

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/008980

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ G06F1/20, H05K7/20

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ G06F1/20, H05K7/20, H01L23/34-23/473Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2002-196843 A (Hitachi, Ltd.), 12 July, 2002 (12.07.02), Par. Nos. [0007] to [0018]; all drawings (Family: none)	1, 10, 14 2-9, 11-13
X Y	JP 2002-314279 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 25 October, 2002 (25.10.02), Par. Nos. [0019] to [0069]; all drawings (Family: none)	1, 7, 10, 14 2-6, 8-9, 11-13
Y	JP 11-202978 A (Hitachi, Ltd.), 30 July, 1999 (30.07.99), Par. Nos. [0009] to [0013]; Figs. 1 to 5 (Family: none)	2

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
31 August, 2004 (31.08.04)Date of mailing of the international search report
14 September, 2004 (14.09.04)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/008980

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 11-325764 A (Fujikura Ltd.), 26 November, 1999 (26.11.99), Par. Nos. [0010] to [0024]; all drawings (Family: none)	3-4, 6
Y	JP 2002-182796 A (Hitachi, Ltd.), 26 June, 2002 (26.06.02), Par. Nos. [0013] to [0044]; all drawings & US 2002-007642 A1 & US 2003-0128511 A1	5, 8-9
Y	JP 2003-124671 A (Hitachi, Ltd.), 25 April, 2003 (25.04.03), Par. Nos. [0016] to [0021]; Figs. 1 to 5 (Family: none)	8-9
Y	JP 2002-009477 A (Aisin AW Co., Ltd.), 11 January, 2002 (11.01.02), Par. Nos. [0025] to [0034]; Figs. 1 to 3 (Family: none)	3, 11-13
E, X E, Y	JP 2004-047922 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 12 February, 2004 (12.02.04), Full text; all drawings (Family: none)	1, 9-10, 14 2-8, 11-13
A	JP 2002-182791 A (Sharp Corp.), 26 June, 2002 (26.06.02), Par. Nos. [0012] to [0031]; Figs. 1 to 7 (Family: none)	1-14

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G06F 1/20, H05K 7/20

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G06F 1/20, H05K 7/20, H01L 23/34-23/473

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2004年

日本国登録実用新案公報 1994-2004年

日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP. 2002-196843 A (株式会社日立製作所) 2 002.07.12, 段落【0007】-【0018】; 全図 (フ ァミリーなし)	1, 10, 14
Y		2-9, 11-13

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

31.08.2004

国際調査報告の発送日

14.9.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

坂東 博司

5E

3456

電話番号 03-3581-1101 内線 3520

C (続き) 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 2002-314279 A (松下電器産業株式会社) 2002. 10. 25, 段落【0019】-【0069】, 全図 (ファミリーなし)	1, 7, 10, 14
Y		2-6, 8-9, 11-13
Y	JP 11-202978 A (株式会社日立製作所) 1999. 07. 30, 段落【0009】-【0013】, 第1図-第5図 (ファミリーなし)	2
Y	JP 11-325764 A (株式会社フジクラ) 1999. 11. 26, 段落【0010】-【0024】, 全図 (ファミリーなし)	3-4, 6
Y	JP 2002-182796 A (株式会社日立製作所) 2002. 06. 26, 段落【0013】-【0044】, 全図 & US 2002-007642 A1 & US 2003-0128511 A1	5; 8-9
Y	JP 2003-124671 A (株式会社日立製作所) 2003. 04. 25, 段落【0016】-【0021】, 第1図-第5図 (ファミリーなし)	8-9
Y	JP 2002-009477 A (アイシン・エイ・ダブリュ株式会社) 2002. 01. 11, 段落【0025】-【0034】, 第1図-第3図 (ファミリーなし)	3, 11-13
E, X	JP 2004-047922 A (松下電器産業株式会社) 2004. 02. 12, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1, 9-10, 14
E, Y		2-8, 11-13
A	JP 2002-182791 A (シャープ株式会社) 2002. 06. 26, 段落【0012】-【0031】, 第1図-第7図 (ファミリーなし)	1-14

明 細 書

電子機器の冷却装置

技術分野

- [0001] 本発明は、電子機器の冷却装置に関し、特にノート型パソコン等に搭載されるCPU等の発熱部品を冷却するのに適した電子機器の冷却装置に関する。

背景技術

- [0002] 近年のパソコン等の電子機器においては、演算処理量の増大とその高速化に伴って消費電力の大きいCPU等の発熱部品が搭載されており、当該発熱部品が発生する熱量は増加の一途である。これら電子機器では、使用されている様々な電子部品は、耐熱信頼性や動作特性の温度依存性からその使用温度範囲が通常限定されているため、これら電子機器においては内部で発生する熱を効率よく外部に排出する技術の確立が急務となっている。
- [0003] 一般にパソコン等の電子機器においては、CPU等に吸熱部品として金属性ヒートシンクやいわゆるヒートパイプ等を取り付けて熱伝導による電子機器全体への熱の拡散や、電磁式の冷却用のファンを筐体に取り付けて電子機器内部から外部へ熱の放出を行っている。
- [0004] 例えばノート型パソコンのような電子部品が高密度実装された電子機器においては、電子機器内部の放熱空間が小さく、従来の冷却ファン単独で、あるいは冷却ファンとヒートパイプとを組み合わせた従来の冷却装置で、30W程度までの消費電力のCPUについては冷却が可能であった。しかし、これ以上の消費電力のCPUでは、内部の熱を十分に放出することが困難になっている。
- [0005] また、放熱が可能な場合でも、送風能力の大きい冷却ファンの設置が必須となり、特に、電磁式の冷却ファンを使用する場合には、その回転羽根の風きり音等の騒音のために静音性が大きく損なわれていた。さらに、サーバ用のパソコンにおいても、普及率の増大に伴って小型化や静音化の要請が強くなっており、そのために熱の放出についてもノート型パソコンと同様な問題が生じていた。
- [0006] そこで、増大した発熱を効率良く外部に放熱するために、冷媒を循環させる液冷方

式の冷却装置が検討されている。例えば、特開2003-67087号公報には、パソコン本体部の発熱部品から発生する熱を受熱する受熱ヘッドを備えたパソコン本体部の底部に、発熱部品からの熱が受熱ヘッドを介して伝熱される接続ヘッドと、接続ヘッドに接続され冷媒を充填したチューブと、冷媒を循環するポンプとを備えた筐体を配置する液冷方式の冷却装置が記載されている。

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0007] 上記公報に記載の従来技術では、冷媒をパソコン本体部の底部に配置したチューブ内を循環させる構成であるため、放熱面積を十分に確保することができず、冷却効率が低いと共に、冷却装置を薄型化できないという問題点があった。
- [0008] 本発明は、上記問題点を鑑みてなされたものであり、放熱面積を十分に確保することで冷却効率を向上させることができると共に、薄型化が可能な電子機器の冷却装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0009] 上記目的を達成するために、本発明は、冷媒が循環する第1流路が形成された第1冷却パネルと、冷媒が循環する第2流路が形成され、前記第1パネルと対向して配置される第2冷却パネルと、前記第1流路と前記第2流路とを接続する接続手段と、前記第1流路及び第2流路を通して冷媒を循環させて前記第1冷却パネル及び第2冷却パネルに伝達される熱を拡散させる循環ポンプとを具備することを特徴とする電子機器の冷却装置を提供する。
- [0010] 更に、本発明は、上記電子機器の冷却装置を搭載したことを特徴とする電子機器を提供する。

発明の効果

- [0011] 本発明の電子機器の冷却装置は、第1冷却パネルと第2冷却パネルとを相互に対向させて配置し、共通の循環ポンプによって冷媒をこれら冷却パネルの流路内を循環させることにより、十分な放熱面積と高い冷却効率とを有する冷却装置が得られる。

- [0012] 本発明の電子機器の冷却装置は、前記第1冷却パネルと第2冷却パネルとを開閉自在に軸支する連結手段を具備することが好ましい。コンパクトな形状の冷却装置が得られる。
- [0013] また、前記第1冷却パネル及び第2冷却パネルの少なくとも一方が、前記流路中に、前記流路よりも幅が小さい複数個の狭幅流路を含むマイクロチャネル構造を有することも好ましい。この場合には、前記第1冷却パネル及び第2冷却パネルの前記少なくとも一方が、表面に空冷フィンが形成されるエリアを有し、該エリアが、前記マイクロチャネル構造の下流側に配置されることが好ましい。また、前記エリアの流路が蛇行していることも好ましい。更に、前記空冷フィンに対応して冷却ファンが配設されることも好ましい。
- [0014] 前記循環ポンプが、前記第2冷却パネルの表面に固定されていることが好ましい。また、前記第2冷却パネルの表面に、前記第2流路に連通する貯液槽を配設すること、或いは、前記第2冷却パネルの内部に、前記第2流路に連通する貯液槽を配設することも好ましい。更には、前記第1流路及び第2流路の一方または双方が、少なくとも一方に溝が形成された下側放熱板及び上側放熱板が互いに接合されて形成されることも好ましい。更には、前記第1冷却パネルの面積が、前記第2冷却パネルの面積よりも小さいことが好ましい。前記第1流路の幅が、前記第2流路の幅よりも狭いこと、及び、前記第1流路の深さが、前記第2流路の深さよりも深いことも本発明の好ましい構成である。

図面の簡単な説明

- [0015] [図1](a)は、本発明に係る電子機器の冷却装置の第1の実施形態の上面図であり、(b)及び(c)はそれぞれ、その側面図及び正面図である。
- [図2]図1に示す空冷フィンの下の流路の構成を示す平面図である。
- [図3](a)は、図1に示す第1冷却パネル材を構成する第1冷却パネルの下側放熱板の上面図であり、(b)は、(a)のX-X'線での断面図である。
- [図4](a)は、図1に示す第1冷却パネル材を構成する第1冷却パネルの上側放熱板の上面図であり、(b)は、その側面図である。
- [図5]図1に示すマイクロチャネル構造への導入部の構成を示す平面図である。

[図6](a)は、図1に示す第2冷却パネルの上面図であり、(b)及び(c)はそれぞれ、その側面図及び正面図である。

[図7](a)は、図6に示す第2冷却部材を構成する第2冷却パネルの下側放熱板の上面図であり、(b)は、(a)に示すY-Y'断面図である。

[図8]図6に示す第2冷却部材を構成する第2冷却パネルの上側放熱板の構成を示す平面図である。

[図9]図6に示す流路の幅および深さと冷却性能との関係を示すグラフである。

[図10]図6に示す流路の幅および板厚と耐圧性能との関係を示すグラフである。

[図11](a)は、図1に示す循環ポンプの第1の例の展開斜視図であり、(b)は、その側断面図である。

[図12](a)及び(b)は図11に示す循環ポンプの実装方法を示す側断面図である。

[図13](a)は、図1に示す循環ポンプの第2の例の展開斜視図であり、(b)は、その側断面図である。

[図14](a)～(d)はそれぞれ、図13に示す循環ポンプの実装方法を示す側断面図である。

[図15](a)及び(b)はそれぞれ図13に示す循環ポンプの実装方法を示す側断面図である。

[図16](a)は、図1に示す循環ポンプの第3の例の展開斜視図であり、(b)は、側断面図である。

[図17](a)～(c)はそれぞれ、図16に示す循環ポンプの実装方法を示す側断面図である。

[図18]図1に示す貯液槽の構成を示す斜視図である。

[図19](a)及び(b)はそれぞれ、図18のZ-Z'線での断面図である。

[図20](a)～(d)はそれぞれ、図18に示す貯液槽の空気溜め機能を説明するための説明図である。

[図21](a)は、本発明に係る電子機器の冷却装置の第1の実施形態の電子機器への第1の組み込み例を示す斜視図であり、(b)は、(a)のZ-Z'線での断面図である。

[図22](a)は、本発明に係る電子機器の冷却装置の実施形態の電子機器への第2の

組み込み例を示す斜視図であり、(b)は、(a)のZ-Z'線での断面図である。

[図23](a)は、本発明に係る電子機器の冷却装置の実施形態の電子機器への第3の組み込み例を示す斜視図であり、(b)は、(a)のZ-Z'線での断面図である。

[図24]図1に示す第2冷却パネルの下面の風量の変化による冷却効果の実験例を示す平面図である。

[図25]図1に示す第2冷却パネルの下面の風量の変化と冷却効果との関係を示すグラフである。

[図26]本発明の電子機器の冷却装置の第2の実施形態における第2冷却パネルの平面図。

[図27](a)ー(c)はそれぞれ、第2の実施形態で用いられる縦置き型貯液槽の構造を示す平面図。

発明を実施するための最良の形態

[0016] 以下、本発明の実施の形態に基づいて、図面を参照し、本発明を更に詳細に説明する。なお、図面を通して、同様な構成要素には同様な符号を付している。

[0017] 図1を参照すると、第1の実施形態の電子機器の冷却装置は、第1冷却パネル1と、第2冷却パネル2と、第1冷却パネル1と第2冷却パネル2とを連結し、第1冷却パネル1を第2冷却パネル2に対して、図1(c)に矢印で示す方向に開閉自在に軸支する連結部61、62とを有する。

[0018] 冷却装置は、第1冷却パネル1および第2冷却パネル2内に形成された流路に水や不凍液等の冷媒を循環させることによって、発熱を伴うCPUやその他の発熱体等の発熱部品7を冷却する機能を有する。図1に示す符号84は、電子機器に冷却装置を搭載した際に、位置するバッテリーを示し、第2冷却パネル2は、バッテリー84のエリアを避けた形状になっている。

図1に示す第1冷却パネル1および第2冷却パネル2の形状は、電子機器に搭載するに際して、各種の制約によって適宜決定される。

[0019] 第1冷却パネル1には、例えば銅(Cu)やアルミニウム(Al)材等の熱伝導性の良い金属材料が用いられ、図1に示すように、内部に流路11とマイクロチャネル構造12とが形成されている。また、第1冷却パネル1の上下面には、空冷フィン13がそれぞれ

設けられており、空冷フィン13が設けられているエリア13Aの流路11は、図2に示すように、放熱効果を高めるために蛇行流路111となっている。なお、図1(a)に示す符号5は、冷却ファンであり、冷却ファン5によって、第1冷却パネル1に設けられた空冷フィン13に空気の流れを形成して空冷効果を高める。

[0020] 第1冷却パネル1は、図3および図4にそれぞれ示す下側放熱板17と上側放熱板18とを拡散接合、ロウ付け接合、レーザ溶接等の接合技術によって接合したものである。第1冷却パネルの下側放熱板17に形成された溝部171およびマイクロチャネル構造12の狭幅溝172を第1冷却パネルの上側放熱板18で覆うことによって、流路11およびマイクロチャネル構造12が形成されている。なお、第1冷却パネルの下側放熱板17への溝部171およびマイクロチャネル構造の狭幅溝172の形成は、プレスによってこれら溝を形成する方法や、これら溝を形成した状態で成型する方法や、研削によって形成する方法などが考えられる。

[0021] 第1冷却パネルの下側放熱板17には、図3に示すように、流路11に冷媒が流入する流入部である開口Bと、流路11から冷媒が流出する流出部である開口Cが形成されている。開口Bには、金属管14が、開口Cには、金属管15がそれぞれ接続されている。金属管14および15には、フレキシブルな金属管が用いられ、第1冷却パネル1を第2冷却パネル2に対して開閉する際の障害にならないようになっている。

[0022] 第1冷却パネルの下側放熱板17の下面のマイクロチャネル構造12が形成されているエリアが、消費電力が大きく、しかも小面積で局所的に発熱を伴うCPUやその他の発熱体等の発熱部品7の上面に接触する。発熱部品7で発生した熱は、第1冷却パネルの下側放熱板17を介してマイクロチャネル構造12を流れる冷媒に伝えられる。マイクロチャネル構造12は、第1冷却パネル1に形成されている流路11よりも幅が小さい、幅1mm以下の小さい複数個の狭幅流路からなり、第1冷却パネルの下側放熱板17が発熱部品7に接触するエリアに、当該エリア以上の面積で形成されている。なお、第1の実施形態では、第1冷却パネル1に形成されている流路11を幅6mm、深さ1.5mmとし、マイクロチャネル構造12には、幅0.5mm、深さ1.5mmの流路を38本形成した。

[0023] 冷媒がマイクロチャネル構造12に流入する流入部は、図5に示すように、流路11の

幅がマクロチャネル12側に向かって徐々に拡がり、その末端でマイクロチャネル構造12の幅と同じになる。マイクロチャネル構造流入部には、流路11から流れてくる冷媒をマイクロチャネル構造12の幅に拡散させるためのガイド板16が形成されている。ガイド板16は、冷媒の流れの上流側から順次配置された左右一対の第1ガイド板161と第2ガイド板162と第3ガイド板163とからなる。各ガイド板の長さは、上流に位置するガイド板の方が長く、第1ガイド板161の長さが第2ガイド板162の長さよりも大きく、第2ガイド板162の長さが第3ガイド板163の長さよりも大きい関係になっている。また、各ガイド板の図5に矢印で示す冷媒の流れ方向に対する角度 θ は、上流に位置するガイド板の角度の方が大きくなっていて、第1ガイド板161の角度は第2ガイド板162の角度よりも大きく、第2ガイド板の角度は第3ガイド板163の角度よりも大きい関係になっている。

- [0024] 第2冷却パネル2は、例えば銅(Cu)やアルミニウム(Al)材等の良導性の金属材料が用いられ、図6に示すように、内部に流路21が形成され、上面に循環ポンプ3と貯液槽4とが取り付けられている。
- [0025] 第2冷却パネル2は、図7および図8にそれぞれ示す下側放熱板23と上側放熱板24とを拡散接合、ろう付け接合、レーザ溶接等の接合技術によって接合したものである。第2冷却パネルの下側放熱板23に形成された溝部231を上側放熱板24で覆うことによって流路21が形成されている。なお、第2冷却パネルの下側放熱板23への溝部231の形成は、プレスによって溝部231を形成する方法や、溝部231を形成した状態で成型する方法や、研削によって溝部231を形成する方法が考えられる。また、溝は、上側放熱板24に形成してもよく、或いは、上側放熱板23と下側放熱板24の双方に形成してもよい。
- [0026] 第2冷却パネル2の流路21の中央部分、すなわち第2冷却パネルの下側放熱板23に形成された溝部231の中央部分には、複数個の支柱22が所定間隔で形成されている。支柱22は、第2冷却パネルの下側放熱板23と上側放熱板24とを接合する際の強度を確保するためのものである。流路21の幅および深さと冷却性能との関係では、図9に示すように、流路幅が広がるほど、また、深さが浅くなるほど冷却性能が向上するが、耐圧性能は、図10に示すように、流路幅が広がるほど、板厚が薄く

なるほど低下する。従って、冷却性能の観点からすると流路21の幅をできる限り広くすると共に、深さを浅くすることが要求されるが、耐圧性能が低下してしまう。このため、第1の実施形態では、支柱22によって耐圧性能の向上を図っている。また、第1の実施形態では、支柱22を流路21の中央部分に形成するようにしたが、支柱22を形成する場所は、中央部分に限定されることなく、例えば、格子状もしくは千鳥状に配列するようにしても良い。なお、第1の実施形態では、第2冷却パネル2に形成されている流路21を幅20mm、深さ0.8mmとし、流路21の中央部に幅0.5mm、長さ2mmの支柱を20mm間隔で形成した。

[0027] 第2冷却パネルの上側放熱板24には、図8に示すように、貯液槽4に連通する開口(分岐孔)25と、流路21から循環ポンプ3に向かって冷媒が流出する冷媒流出口26と、循環ポンプ3から流路に向かって冷媒が流入する冷媒流入口27と、流路21から冷媒が流出する流出口である開口Aと、流路21に冷媒が流入する流入口である開口Dとが形成されている。開口Aには、金属管14が、開口Dには、金属管15がそれぞれ接続されている。なお、第2の冷却パネル2にマイクロチャネル構造を形成してもよい。

[0028] 次に、第1の実施形態における冷媒の流れについて詳細に説明する。

[0029] 第2冷却パネル2の上面に設けられた循環ポンプ3から吐出される冷媒は、冷媒流入口27を介して第2冷却パネル2内に形成されている流路21を通り、開口A、金属管14および開口Bを介して第1冷却パネル1に流入する。第1冷却パネル1に流入した冷媒は、第1冷却パネル1内に形成されている流路11を通り、マイクロチャネル構造12に流入する。

[0030] マイクロチャネル構造12に流入した冷媒は、発熱部品7で発生した熱を吸熱し、空冷フィン13が設けられているエリアに形成されている蛇行流路111を通り、開口C、金属管15および開口Dを介して第2冷却パネル2に流入する。第2冷却パネル2に流入した冷媒は、第2冷却パネル2内に形成されている流路21を通り、貯液槽4に連通する開口25の下を通過して冷媒流出口26に至り、再び循環ポンプ3に流入する。

[0031] このように循環ポンプ3によって冷媒を循環させることにより、発熱部品7で発生した熱を熱伝達により第1冷却パネル1および第2冷却パネル2の全体に熱拡散させ、放

熱効果を高めている。

- [0032] 次に、第2冷却パネル2の上面側の第2冷却パネルの上側放熱板24に取り付けられる循環ポンプ3の第1の構成例について図11および図12に基づいて詳細に説明する。

図11は、図1に示す循環ポンプの第1の構成例を示す図であり、(a)は、展開斜視図であり、(b)は、側断面図である。図12は、図11に示す循環ポンプの実装方法を示す側断面図である。

- [0033] 循環ポンプ3の第1の構成例は、図11を参照すると、ポンプ筐体311と、ゴム樹脂製のOリング312と、圧電振動板313と、圧電振動板313を押さえる天板314とからなる。ポンプ筐体311には、第2冷却パネルの上側放熱板24に形成されている冷媒流出口26および冷媒流入口27にそれぞれ対向するように吸込ポート315および吐出ポート316が形成されていると共に、ポンプ室319となる空間が形成されている。吸込ポート315には、ポンプ室319から流路21への逆流を防止する流入チェック弁317が、吐出ポート316には、流路21からポンプ室319への逆流を防止する流出チェック弁318がそれぞれ設けられている。流入チェック弁317および流出チェック弁318は、金属の薄板リード弁で構成され、スポット溶接やネジ止めによりポンプ筐体311の底面に接続されている。

- [0034] 圧電振動板313は、循環ポンプ3の駆動源である圧電たわみ振動板であり、圧電素子と弾性板を接着することで構成され、かつ、冷媒液に圧電素子が直接接しないように水密モールドが施されている。圧電素子としては、圧電セラミックまたは圧電単結晶などを用いることができる。弾性板としては、りん青銅等の銅合金、ステンレス合金などの金属薄板、カーボンファイバーの薄板、PET板といった樹脂薄板などを用いることができる。圧電振動板313の詳細構造は、ユニモルフ、バイモルフ等の他、圧電素子を積層した積層型構造のものでも良い。

- [0035] 図11に示す循環ポンプ3の実装方法は、図12(a)を参照すると、まず、第2冷却パネルの上側放熱板24にポンプ筐体311を金属の拡散接合、ロウ付け接合、レーザー溶接等の接合技術により一体化して固定する。このときポンプ筐体311には、吸込ポート315、吐出ポート316、ポンプ室319となる空間、流入チェック弁317および流出

チェック弁318を加工・接合しておく。

[0036] 次に、図12(b)に示すように、リング312をはめ込み、その上部に圧電振動板313をのせ、ポンプ室319を形成する。次に、天板314でしっかりとリング312を圧縮密着させて水密を確保し、かつ圧電振動板313を周辺固定状態にする。このとき、天板314は、上方からネジ止めでも構わないし、天板314の周囲にネジを構成し、締め付けることも可能である。

[0037] 以上説明したように、循環ポンプ3の第1の構成例では、循環ポンプ3と第2冷却パネル2とを金属の接合技術により完全に一体連結させることにより、圧力損失ならびに液漏れ等が防止される。また、循環ポンプ3と第2冷却パネル2とが一体形成されるので、薄型化が可能であり、かつ安価となる。さらに、本構造の循環ポンプ3を用いることにより、冷却装置の薄型化を実現することができ、その高さは、循環ポンプ3が配置された最大部分で7mm以下にすることができる。

[0038] 次に、第2冷却パネル2の上面側の第2冷却パネルの上側放熱板24に取り付けられる循環ポンプ3の第2の構成例について図13乃至図15に基づいて詳細に説明する。

図13は、図1に示す循環ポンプの第2の構成例を示す図であり、(a)は、展開斜視図であり、(b)は、側断面図である。図14および図15は、図13に示す循環ポンプの実装方法を示す側断面図である。

[0039] 循環ポンプ3の第2の構成例は、図13を参照すると、ポンプ筐体321と、逆止弁付き円板322と、ゴム樹脂製のリング312と、圧電振動板313と、圧電振動板313を押さえる天板314とからなる。逆止弁付き円板322には、第2冷却パネルの上側放熱板24に形成されている冷媒流出口26および冷媒流入口27にそれぞれ対向するように吸込ポート315および吐出ポート316が形成されている。吸込ポート315には、ポンプ室319から流路21への逆流を防止する流入チェック弁317が、吐出ポート316には、流路21からポンプ室319への逆流を防止する流出チェック弁318がそれぞれ設けられている。流入チェック弁317および流出チェック弁318は、金属の薄板リード弁で構成され、スポット溶接やネジ止めにより逆止弁付き円板322に接続されている。

- [0040] 図13に示す循環ポンプ3の実装方法は、図14(a)ー(c)を参照すると、まず、第2冷却パネルの上側放熱板24にポンプ筐体321を金属の拡散接合、ろう付け接合、レーザ溶接等の接合技術により一体化する。このときポンプ筐体部603は、ポンプ室319になる部分等を先に加工しておいても、後から加工でもどちらでもよい。
- [0041] 次に、図14(d)に示すように、吸込ポート315、吐出ポート316、流入チェック弁317および流出チェック弁318が加工・接合されている逆止弁付き円板322をポンプ筐体321の内部にはめ込む。
- [0042] 次に、図15(a)に示すように、Oリング312をはめ込み、その上部に、図15(b)に示すように、圧電振動板313をのせ、ポンプ室319を形成する。次に、天板314でしっかりとOリング312を圧縮密着させて水密を確保し、かつ圧電振動板313を周辺固定状態にする。このとき、天板314は、上方からネジ止めでも構わないし、天板314の周囲にネジを構成し、締め付けることも可能である。
- [0043] 以上説明したように、循環ポンプ3の第2の構成例では、逆止弁付き円板322に吸込ポート315、吐出ポート316、流入チェック弁317および流出チェック弁318を加工・接合しておき、逆止弁付き円板322を交換可能に構成する。これにより、長期利用の際に、吸込ポート315および吐出ポート316の目詰まりや流入チェック弁317および流出チェック弁318の塑性変形等に起因してポンプ性能が低下した場合には、逆止弁付き円板322を取り替えるだけでポンプ性能を回復させることができ、メンテナンスを容易に行うことができる。
- [0044] 次に、第2冷却パネル2の上面側の第2冷却パネルの上側放熱板24に取り付けられる循環ポンプ3の第3の構成について図16および図17に基づいて詳細に説明する。図16は、図1に示す循環ポンプの第3の構成例を示す図であり、(a)は、展開斜視図であり、(b)は、側断面図である。図17は、図16に示す循環ポンプの実装方法を示す側断面図である。
- [0045] 循環ポンプ3の第3の構成例は、図16を参照すると、ポンプ筐体331と、逆止弁付き円板322と、ゴム樹脂製のOリング312と、圧電振動板313と、圧電振動板を押させている天板314とからなる。ポンプ筐体331の底面部には、第2冷却パネルの上側放熱板24に形成された冷媒流出口26および冷媒流入口27にそれぞれ対向するよう

にポンプ底面流入口333およびポンプ底面流出口334が形成されている。

- [0046] ポンプ底面流入口333およびポンプ底面流出口334は、それぞれ逆止弁付き円板322の吸込ポート315および吐出ポート316につながっている。吸込ポート315には、ポンプ室319から流路21への逆流を防止する流入チェック弁317が、吐出ポート316には、流路21からポンプ室319への逆流を防止する流出チェック弁318がそれぞれ設けられている。流入チェック弁317および流出チェック弁318は、金属の薄板リード弁で構成され、スポット溶接やネジ止めにより逆止弁付き円板322に接続されている。
- [0047] 図16に示す循環ポンプ3の実装方法は、図17(a)ー(b)を参照すると、まず、第2冷却パネル上側放熱板24と第2冷却パネル下側放熱板23を金属の拡散接合、ロウ付け接合、レーザ溶接等の接合技術により一体化する。
- [0048] 次に、ポンプ筐体331の内部に、吸込ポート315、吐出ポート316、流入チェック弁317および流出チェック弁318が加工・接合されている逆止弁付き円板322をはめ込む。さらにOリング312、その上部に圧電振動板313をのせ、さらにその上部から天板314でしっかりとOリング312を圧縮密着させて水密を確保し、かつ圧電振動板313を周辺固定状態にし、循環ポンプ3を予め組み込んでおく。このとき、天板314は、上方からネジ止めでも構わないし、天板314の周囲にネジを構成し、締め付けることも可能である。
- [0049] 次に、図17(c)に示すように、ポンプ底面側にポンプ底面流入口333とポンプ底面流出口334とを分離するように設けた2つのOリング溝335にそれぞれOリング332をはめ込み、予め構成した循環ポンプ3と第2冷却パネル2とをネジ止めで締め付けることで実装する。
- [0050] 以上説明したように、循環ポンプ3の第3の構成例では、循環ポンプ3の性能劣化などの対処として、循環ポンプ3の取り替え等のメンテナンスを容易に行うことができ、また、コスト的にも安価になりうるという利点がある。なお、循環ポンプ3と第2冷却パネル2との接合は、上述の循環ポンプ3の第1および第2の構成例のような金属接合ほどではないものの、十分水密は保てる程度で接続される。
- [0051] 次に、第2冷却パネル2の上面側の第2冷却パネルの上側放熱板24に取り付けら

れる貯液槽4の構成について図18乃至図20に基づいて詳細に説明する。

図18は、図1に示す貯液槽の構成を示す斜視図であり、図19は、図18に示すZ-Z'断面図であり、図20は、図18に示す貯液槽の空気溜め機能を説明するための説明図である。

- [0052] 貯液槽4は、図6に示すように、中空の円盤状の平置き型貯液槽であり、循環ポンプ3の手前側(冷媒が循環ポンプ3に流入する手前側)の流路21上に、上側放熱板24上に固定されている。図18および図19を参照すると、貯液槽4の底面に設けられた分岐孔43と第2冷却パネルの上側放熱板24に形成された開口25とが一致するように配置される。貯液槽4に通じる分岐孔43は、流路21より断面積を小さくし、音響インピーダンスを高める、これにより、貯液槽4を流入する冷媒の流量を極小にするように構成されており、流路21における冷媒の流れを妨げない。
- [0053] 貯液槽4は、流路21の上方側に分岐孔43を設けて接続されているため、温度変化等の理由によって流路21内に混出する気泡が第2冷却パネルの上側放熱板24に形成された開口25を通じて上方の貯液槽4内にトラップされる。トラップされた空気45は分岐孔43を通過して、貯液槽4に入る。この際に分岐孔43の出口付近に止まると、続けてトラップされた空気45が貯液槽4内に入ってこなくなる。このため、分岐孔43の出口付近に空気が止まらないように突起42が分岐孔43の出口上方の貯液槽4の上蓋部に形成されており、突起42により、分岐孔43の出口から出てきた空気45は周囲に分散される。なお、突起42は、図18および図19に示すように、円錐形状であれば効果的に空気の停留を防止できる。突起42を、下向きに凸で、凸部の面積が分岐孔の面積よりも小さい形状とすることで、空気45の停留の防止を果たすことが可能である。
- [0054] 貯液槽4にトラップされた空気45は、温度変化にともなう液体の膨張収縮による流路21内の圧力変動の緩和を図る働きをし、冷却装置の耐久性向上に貢献する。一方、トラップされた空気45が液路21内に混入し、空気45が循環ポンプ内に流入すると、循環ポンプ3の吐出圧力が低下し、循環ポンプ3の性能すなわち冷媒の流量が著しく低下してしまう恐れがある。そこで、貯液槽4の底面には、図18および図19に示すように、分岐孔43の出口を頂点とする台形円錐状のテーパ一部41が形成され

ている。テーパー部41により、冷却装置を上下逆さまにした場合にも、貯液槽4内にトラップした空気45をできるだけ滞留させ続けることが可能となる。なお、貯液槽4内にトラップされた空気が液路に戻らないためには、分岐孔43の出口が常に冷媒44に浸されている必要がある。第1の実施形態では、図19に示す、分岐孔43の出口が位置するA-A'境界面において、A-A'境界面の下側の貯液槽4の容積が、A-A'境界面の上側貯液槽4の容積より大きくなるように構成し、貯液槽4内には図19(b)に示すように、A-A'境界面より上方に冷媒44液面がくるように冷媒44を満たすようにした。

[0055] 第1の実施形態の冷却装置の通常の利用状態は、貯液槽4は、図20(a)に示す状態であり、空気45は、冷媒44よりも比重が軽いため、上方に滞留している。なお、このとき貯液槽4には、常に分岐孔43の出口(テーパー部41のテーパー頂点部)が液中となるように冷媒44が満たされている。また、貯液槽4の容積は、冷媒44の熱膨張量や冷却装置筐体の熱膨張、耐圧などを考慮して十分耐えられるだけの容積で設計される。

[0056] 次に、冷却装置を斜めに傾けた場合には、貯液槽4は、図20(b)に示す状態になり、貯液槽4内の空気45は、ある方向に偏って滞留する。この際にも、分岐孔43の出口は液中から出ることはなく、貯液槽4内の空気45が分岐孔43に入り込むことはない。

[0057] 次に、冷却装置をさらに傾け、上下逆さまにした場合には、貯液槽4は、図20(c)に示す状態になる。この状態でも、貯液槽4の底面には、テーパー部41が形成され、図20に示すA-A'境界面下側の貯液槽4の容積の方が上側より大きく、冷媒44がA-A'境界面より上方にまで満たされている。従って、分岐孔43の出口は常に冷媒44に浸された状態となり、空気45は、貯液槽4内に滞留されたままで分岐孔43には入り込まない。

[0058] 次に、冷却装置をさらに傾けた場合には、貯液槽4は、図20(c)に示す状態から図20(d)に示す状態に推移し、貯液槽4内の空気45は、テーパー部41のテーパー面を駆け上っていき、分岐孔43の出口付近までくると、反対側の方に滞留される。このとき分岐孔43の断面積が非常に小さいため、空気45は分岐孔43を飛び越えるよう

に反対側に滞留されるしくみとなっている。

- [0059] 第1の実施形態の貯液槽4の有効性を検証するために、実際に、流路21の一部に、 ϕ 2mmの分岐孔43と、直径50mm、高さ7mmの貯液槽4(テーパー部41の高低差4mm)を設けた冷却装置を作製した。この冷却装置に、市販の高圧ポンプを接続して、圧力振幅を0から1MPa、周波数10Hzで電子機器の急峻な温度変化の想定による圧力耐久試験を行った。

その結果、貯液槽4を設けない場合には、200kPa(2気圧)で瞬時に下部壁および液路板の剥離による液漏れが確認されたが、貯液槽4を設けた場合には、1MPa(10気圧)、150000サイクルまで液漏れは確認されず、圧力変動に対する第1の実施形態の貯液槽4の耐久性能の向上が確認できた。

- [0060] 以上説明したように、第1の実施形態の貯液槽4は、2次元平面内に延びる流路21に対して、その一部または全体に対して2次元平面的に配置できるという特徴があり、薄型化が可能である。なお、このような貯液槽4は、単数のみならず複数設けることで、大きな効果を発揮する。また、貯液槽4を脱着可能に構成すると、万が一、冷却装置内の冷媒の量が減少するようなことがあった場合に、冷媒の補充ができ、非常に有効である。

- [0061] 次に第1の実施形態の冷却装置の電子機器への組み込み例を図21乃至図25を参照して詳細に説明する。

図21は、電子機器への第1の組み込み例を示す図であり、(a)は、斜視図であり、(b)は、(a)に示すZ-Z'断面図である。図22は、本発明に係る電子機器の冷却装置の実施形態の電子機器への第2の組み込み例を示す図であり、(a)は、斜視図であり、(b)は、(a)に示すZ-Z'断面図である。図23は、本発明に係る電子機器の冷却装置の実施形態の電子機器への第3の組み込み例を示す図であり、(a)は、斜視図であり、(b)は、(a)に示すZ-Z'断面図である。図24は、図1に示す第2冷却パネルの下面の風量の変化による冷却効果の実験例を示す図である。図25は、図1に示す第2冷却パネルの下面の風量の変化と冷却効果との関係を示すグラフである。

- [0062] 第1の組み込み例は、図21を参照すると、一般的に厚み3〜4cmほどのノートパソコンの筐体80の中には、DVD-RAM81、FD-RAM82、HDD83、バッテリー84

、メモリーカード85等の比較的大きく、厚みの異なる主要電子部品と、CPU等の発熱部品7が実装されたマザーボード86とが搭載されている。マザーボード86の下側に第2冷却パネル2が搭載されている。なお、第1の組み込み例では、第2冷却パネル2にマイクロチャネル構造12が形成されているものとし、マザーボード86の上面に実装された発熱部品7とマイクロチャネル構造12が形成されているエリアの第2冷却パネル2の上面とが接触する構成になっている。

[0063] 第2の組み込み例は、第1の組み込み例よりも冷却効果が高い組み込み例である。図22を参照すると、CPU等の発熱部品7が実装されたマザーボード86の上側に第1冷却パネル1が搭載されていると共に、マザーボード86の下側に第2冷却パネル2が搭載される。マザーボード86の上面に実装された発熱部品7とマイクロチャネル構造12が形成されているエリアの第1冷却パネル1の下面とが接触する構成になっている。第2の組み込み例では、上述の説明のように第1冷却パネル1が開閉するため、第1冷却パネル1を開くことによって、マザーボード86の上面に実装された発熱部品7の交換等のメンテナンスが容易に行える。

[0064] 第3の組み込み例は、第2の組み込み例よりも冷却効果が高い組み込み例である。図23を参照すると、CPU等の発熱部品7が実装されたマザーボード86の上側に第1冷却パネル1が搭載されていると共に、マザーボード86の下側に第2冷却パネル2が搭載される。マザーボード86の上面に実装された発熱部品7とマイクロチャネル構造12が形成されているエリアの第1冷却パネル1の下面とが接触する構成になっており、第1冷却パネル1に空冷フィン13が形成されている。また、第1冷却パネル1に形成された空冷フィン13に空気の流れを形成するファン5と、第2冷却パネル2の下面に空気の流れを形成するファン51とが設けられている。

[0065] 第3の組み込み例において、第2冷却パネル2の下面に供給する風量と冷却効果との関係を検証するために、図24に示すように、第2冷却パネル2の下面に空気の流れを形成するファン51～55を配置して、ファン51～55の数を変化させて熱抵抗を測定した。なお、第1冷却パネル1に形成された空冷フィン13に空気の流れを形成するファン5は、常に駆動した状態で測定した。その結果、図25に示すように、駆動するファン51～55の数が多いほど、熱抵抗が小さくなり、冷却効果が向上することが

検証された。

- [0066] また、第2冷却パネル2の下面に空冷フィンを形成した例についても、同様にファン51〜55の数を変化させて熱抵抗を測定した。その結果、図25に示すように、第2冷却パネル2の下部に空冷フィンを形成した場合と、空冷フィンがない場合とは、冷却効果にほとんど差異がなかった。
- [0067] 以上説明したように、第1の実施形態では、下側放熱板23に形成された溝部231を上側放熱板24で覆うことによって流路21が形成された第2冷却パネル2を電子機器の底部に搭載するように構成する。これにより、放熱面積を十分に確保することで冷却効率を向上させることができると共に、冷却装置を薄型化することができる。冷却装置を薄型化しても冷媒漏れを極力防止することができる。
- [0068] さらに、第1の実施形態によれば、電子機器の底部に搭載された第2冷却パネル2の流路21中に下側放熱板23と上側放熱板24との接合を補強する支柱を形成する。これにより、第2冷却パネル2の流路21の幅を広くできると共に、下側放熱板23および上側放熱板24の板厚を薄くすることができるため、放熱面積を十分に確保することで冷却効率を向上させることができると共に、冷却装置を薄型化することができる。
- [0069] さらに、第1の実施形態によれば、電子機器の底部に搭載のされた第2冷却パネル2の上面に循環ポンプ3を固定して設けることにより、冷媒が漏れを極力防止することができる。
- [0070] さらに、第1の実施形態によれば、電子機器の底部に搭載のされた第2冷却パネル2の流路21の上方側に分岐する分岐孔を設け、該分岐孔上部に貯液槽4を設置することにより、電子機器の内部の温度変化もしくは液路内の圧力変化によって生じた気泡を貯液槽4にトラップすることができる。このため、気泡の混入による循環ポンプ3からの流出量低下を防止することができる。
- [0071] さらに、第1の実施形態によれば、電子機器の底部に搭載のされた第2冷却パネル2の流路21の上方側に分岐する分岐孔を設け、該分岐孔上部に貯液槽4を設置することにより、電子機器内の温度変化に伴う流路内の圧力変動を貯液槽4内の空気45によって緩和させることができ、流路内の圧力変動に起因して局所に発生する応力による破損を防止することができる。

- [0072] さらに、第1の実施形態によれば、冷媒が循環する流路21を構成する第2冷却パネルの下側放熱板23および上側放熱板24を熱伝導性の良い金属材料で構成し、第2冷却パネルの上側放熱板24と循環ポンプ3とを金属接合によって接続するように構成する。これにより、循環ポンプ3が流路11と一体化していると共に、流路11の全てが金属材料で覆われているため、冷媒の蒸発や液漏れがないという効果を奏する。なお、循環ポンプ3をリング332を介して第2冷却パネルの上側放熱板24に接続する構造(第3の構成例)では、循環ポンプ3が別物であるため、リング332の接続からの冷媒の蒸発や液漏れの可能性が若干残る。しかし、この場合には、メンテナンスを容易に行うことができる。
- [0073] 上記のように、本発明の電子機器の冷却装置の第1の実施形態では、第2冷却パネルの下側放熱板に形成された溝部を第2冷却パネルの上側放熱板で覆うことによって流路が形成された第2冷却パネルを電子機器の底部に搭載する。この構成により、放熱面積を十分に確保することで冷却効率を向上させることができると共に、冷却装置を薄型化することができ、冷却装置を薄型化しても冷媒が漏れを極力防止することができる。
- [0074] さらに、本発明の電子機器の冷却装置の第1の実施形態では、電子機器の底部に搭載された第2冷却パネルの流路中に下側放熱板と上側放熱板との接合を補強する支柱を形成する。この構成により、第2冷却パネル2の流路の幅を広くできると共に、第2冷却パネルの下側放熱板および上側放熱板の板厚を薄くすることができる。このため、放熱面積を十分に確保することで冷却効率を向上させることができると共に、冷却装置を薄型化することができる。
- [0075] さらに、本発明の電子機器の冷却装置の第1の実施形態では、電子機器の底部に搭載された第2冷却パネルの上面に循環ポンプを固定して設けることにより、冷媒の漏れを極力防止することができる。
- [0076] さらに、本発明の電子機器の冷却装置の第1の実施形態では、電子機器の底部に搭載された第2冷却パネルの流路の上方側に分岐する分岐孔を設け、該分岐孔上部に貯液槽を設置する。これにより、電子機器の内部の温度変化もしくは液路内の圧力変化によって生じた気泡を貯液槽にトラップすることができるため、気泡の混入

による循環ポンプからの流出量低下を防止することができる。

[0077] さらに、本発明の電子機器の冷却装置の第1の実施形態では、電子機器の底部に搭載された第2冷却パネルの流路の上方側に分岐する分岐孔を設け、該分岐孔上部に貯液槽を設置する。これにより、電子機器内の温度変化に伴う流路内の圧力変動を貯液槽内の空気によって緩和させることができ、流路内の圧力変動に起因して局所に発生する応力による破損を防止することができる。

[0078] さらに、本発明の電子機器の冷却装置の第1の実施形態では、冷媒が循環する流路を構成する第2冷却パネルの下側放熱板および上側放熱板を熱伝導性の良い金属材料で構成し、第2冷却パネルの上側放熱板と循環ポンプとを金属接合によって接続するように構成する。これにより、循環ポンプが流路と一体化していると共に、流路の全てが金属材料で覆われているため、冷媒の蒸発や液漏れがないという効果を奏する。なお、循環ポンプをOリングを介して第2冷却パネルの上側放熱板に接続する構造では、循環ポンプが別物であるため、メンテナンスを容易に行うことができるという効果があるが、Oリングの接続からの冷媒の蒸発や液漏れの可能性が有るという問題点が生じてしまう。

[0079] 次に、本発明の電子機器の冷却装置の第2の実施形態について説明する。まず図26を参照して、縦置き型貯液槽411の簡単な構成について説明する。同図の冷却装置では、冷却パネル(基体)20は、一体構造を有し内部に流路21を構成する溝231が形成される。また、2次元平面内に展開される流路21の途中に、平置き型貯液槽4及び縦置き型貯液槽411が形成されており、本冷却装置は、例えば、図26の上側が垂直方向の上方として、図26の下側が垂直方向の下方として立てた状態で使用できる。縦置き型貯液槽411は、冷媒の温度変動に伴う膨張収縮に対し、流路内の圧力変動の緩和を図ることや、流路11中の気泡をトラップする役割を果たす。

[0080] 一方、図26の形状を真上から見た状態で使用する場合、即ち本冷却装置が机上で平置きで使用される場合については、平置き型貯液槽4が、この縦置き型貯液槽411と同様の役割を果たすことになる。以上のことから、これら双方の貯液槽4、411を備えることにより、例えばノートPCなどの電子機器本体が机上で利用された場合でも、壁に掛けて利用された場合でも、流路21内の冷媒の温度変動に伴う冷媒の膨張

収縮による圧力変動の緩和を図る働きをし、かつ流路21中の気泡をトラップすることにより、本冷却装置の耐久性向上に貢献することができる。

[0081] 次に図27を参照して、縦置き型貯液槽411の構成について具体的に説明する。図27(a)～(c)は、図1に示す縦置き型貯液槽411を拡大したものであり、例えばノートPCなどの電子機器本体が縦置きの状態で利用される場合を示す。換言すると、利用者が正面から見た時の図として表したものである。

[0082] 循環ポンプ3によって流路内11を循環する冷媒415の中に含まれる、温度変動などにより生じた気泡413は、縦置き型貯液槽411近傍に差し掛かると、気泡413自体が液体よりも比重が軽い為、テーパ412部の壁面に沿って縦置き型貯液槽411に導かれる。次いで、貯液槽の上方に滞留した後、最終的には空気層414にトラップされる仕組みになっている。

[0083] また、縦置き型貯液槽411内に導かれた気泡413が、再び流路11中に戻らないための構成として、縦置き型貯液槽411の入り口部分を台形状のテーパ412の付いた構造とし、縦置き型貯液槽411の内部を横方向に幅広く、あるいは縦長に広がるよう、少なくとも平置き型貯液槽4の内容積と同等もしくは、それよりも大きくしている。

[0084] 以上の構成により、前述したように気泡413自体が液体より比重が軽いことを利用すれば、気泡413が縦置き型貯液槽411から流路11の液中に戻ることは無い。この事実は、発明者らの実験により確認した。さらに、実施例によると、縦置き型貯液槽411を平置き型貯液槽4と同等の容積もしくはそれよりも大きな容積とすることや、縦置きにした時の貯液槽内の空気層414の量を最適化することにより、冷媒の温度変動に伴う膨張収縮による流路内の圧力変動の緩和が図れることが確認できた。

[0085] 次に、縦置き型貯液槽411の形状について説明する。図27(a)～(c)に示す貯液槽411は、それぞれ気泡413のトラップ機能や圧力緩和機能の役割を果たすものである。しかし、CPUなど発熱部品、循環ポンプ3、平置き型タンク4などの搭載位置が変わった場合は、流路11の最適設計においては、様々な制約を受けることになる。実施例によれば、電子機器機内の例えばマザーボード上のCPUなどの発熱部品や、HDDやDVDなど大型の電子部品レイアウトに応じて、図27(a)～(c)に示す縦置き型貯液槽411の形状を選択することで、本冷却装置の冷却性能向上や、薄型化など

の実現にとって有効となる。

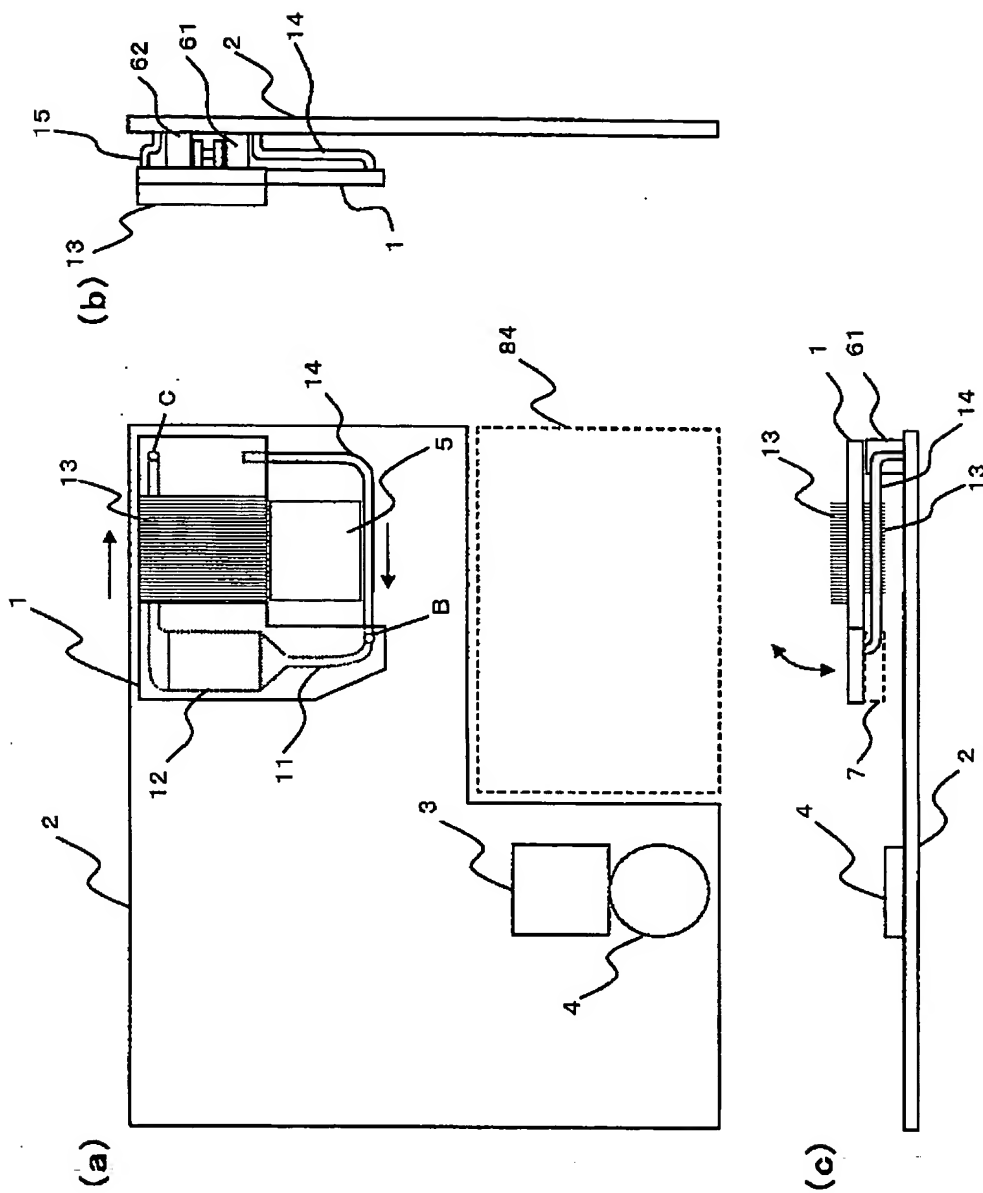
- [0086] 図27(a)に示す縦置き型貯液槽411は、横長タイプであり、横方向に幅広く、縦方向に短い形状を成しており、例えば流路11と上下で隣接する流路11との間隔を最短にでき、かつ貯液槽としての機能も確保できる。また、図27(b)に示す縦置き型貯液槽411は、縦長タイプであり、(a)と異なり、左右に隣接する流路11との間隔を最短に出来、上下の流路11の間のスペースを使って、なるべく大きな容積を確保することにより、さらなる圧力変動の緩和を可能とする。
- [0087] 図27(c)に示す縦置き型貯液槽411では、縦置き型貯液槽411の一部が流路11と繋がっている。これによって、流路11内を流れる冷媒の流量が増加した場合、図27(a)及び(b)の貯液槽に比べてより多くの気泡413を確実にトラップできる。この場合、貯液槽が液体で満たされることなく、常に一定量の空気層414の確保と確実な気泡413のトラップが可能となる。
- [0088] 第2の実施形態の縦置き型貯液槽の何れの構造においても、流路中で発生する気泡413のトラップが効果的に行われる。したがって、このような空気溜め機能をもつ縦置き貯液槽411は、本冷却装置の液循環路に対して、2次元平面状に展開構成でき、熱伝導性の良好なアルミ、銅などの金属材料からなる第1冷却パネルの上側放熱板と下側放熱板の内部に流路と共に埋設できるため、冷却部用板の全体の厚みを2mm以下の厚さにすることが可能である。なお、このような縦置き型貯液槽411及び平置き型貯液槽4は、単数のみならず、同じタイプ又は異なるタイプを複数設けることで、絶大な効果を発揮することは明らかである。
- [0089] なお、本発明が上記各実施形態に限定されず、本発明の技術思想の範囲内において、各実施形態は適宜変更され得ることは明らかである。例えば、上記構成部材の数、位置、形状等は上記実施形態に限定されず、本発明を実施する上で好適な数、位置、形状等にすることができる。

請求の範囲

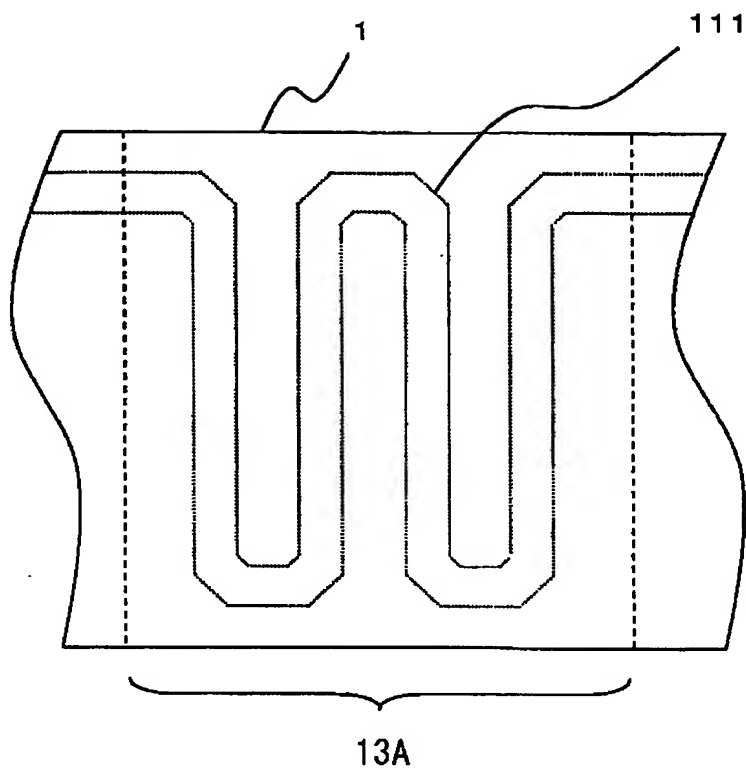
- [1] 冷媒が循環する第1流路(11)が形成された第1冷却パネル(1)と、
冷媒が循環する第2流路(21)が形成され、前記第1パネル(1)と対向して配置される第2冷却パネル(2)と、
前記第1流路(11)と前記第2流路(21)とを接続する接続手段(15)と、
前記第1流路(11)及び第2流路(21)を通して冷媒を循環させて前記第1冷却パネル(1)及び第2冷却パネル(2)に伝達される熱を拡散させる循環ポンプ(3)とを具備することを特徴とする電子機器の冷却装置。
- [2] 前記第1冷却パネル(1)と第2冷却パネル(2)とを開閉自在に軸支する連結手段(61, 62)を具備し、前記接続手段(15)が可撓性を有することを特徴とする請求項1記載の電子機器の冷却装置。
- [3] 前記第1冷却パネル(1)及び第2冷却パネル(2)の少なくとも一方は、前記流路(11, 21)中に、前記流路(11, 21)よりも幅が小さい複数個の狭幅流路を含むマイクロチャンネル構造(12)を有することを特徴とする請求項1記載の電子機器の冷却装置。
- [4] 前記第1冷却パネル(1)及び第2冷却パネル(2)の前記少なくとも一方は、表面に空冷フィン(13)が形成されるエリア(13A)を有し、該エリア(13A)は、前記マイクロチャンネル構造(12)の下流側に配置されることを特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載の電子機器の冷却装置。
- [5] 前記エリア(13A)の流路は蛇行していることを特徴とする請求項4記載の電子機器の冷却装置。
- [6] 前記空冷フィン(13)に対応して冷却ファン(5)が配設されることを特徴とする請求項4記載の電子機器の冷却装置。
- [7] 前記循環ポンプ(3)は、前記第2冷却パネル(2)の表面に固定されていることを特徴とする請求項1記載の電子機器の冷却装置。
- [8] 前記第2冷却パネル(2)の表面には、前記第2流路(21)に連通する貯液槽(4)が配設されることを特徴とする請求項1記載の電子機器の冷却装置。
- [9] 前記第2冷却パネル(2)の内部には、前記第2流路(21)に連通する貯液槽(411)が形成されることを特徴とする請求項1記載の電子機器の冷却装置。

- [10] 前記第1流路(11)及び第2流路(21)の少なくとも一方は、少なくとも一方に溝(231)が形成された下側放熱板(23)及び上側放熱板(24)が互いに接合されて形成されることを特徴とする請求項1記載の電子機器の冷却装置。
- [11] 前記第1冷却パネル(1)の面積は、前記第2冷却パネル(2)の面積よりも小さいことを特徴とする請求項1記載の電子機器の冷却装置。
- [12] 前記第1流路(11)の幅は、前記第2流路(21)の幅よりも狭いことを特徴とする請求項1記載の電子機器の冷却装置。
- [13] 前記第1流路の深さ(11)は、前記第2流路(21)の深さよりも深いことを特徴とする請求項1記載の電子機器の冷却装置。
- [14] 請求項1乃至請求項12のいずれか一に記載の電子機器の冷却装置を搭載したことを特徴とする電子機器。

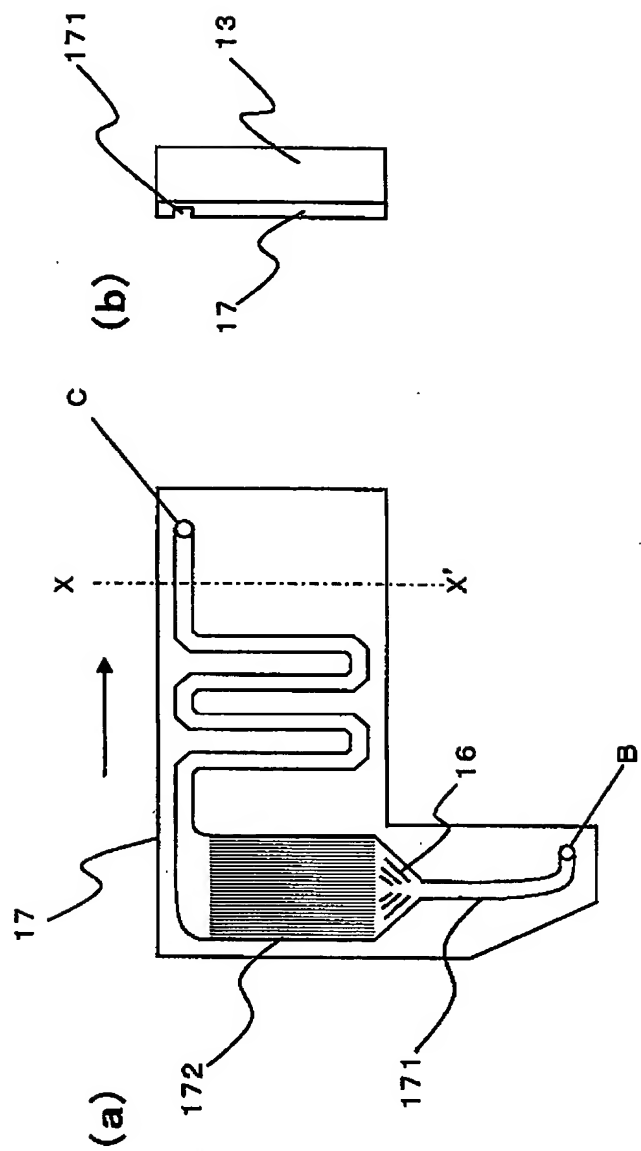
[図1]



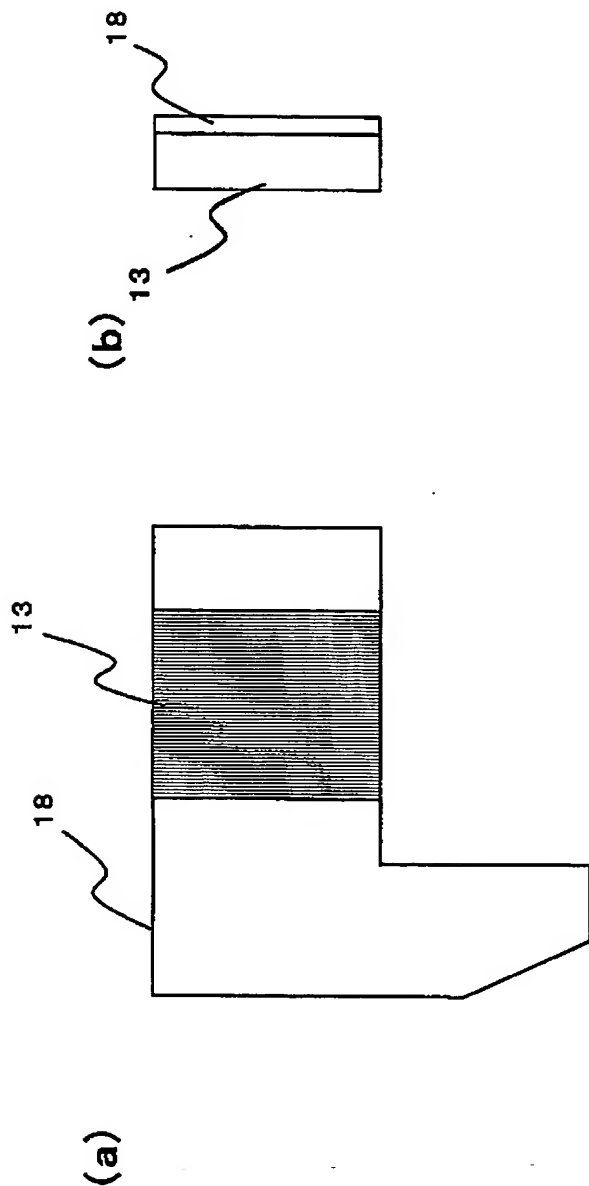
[図2]



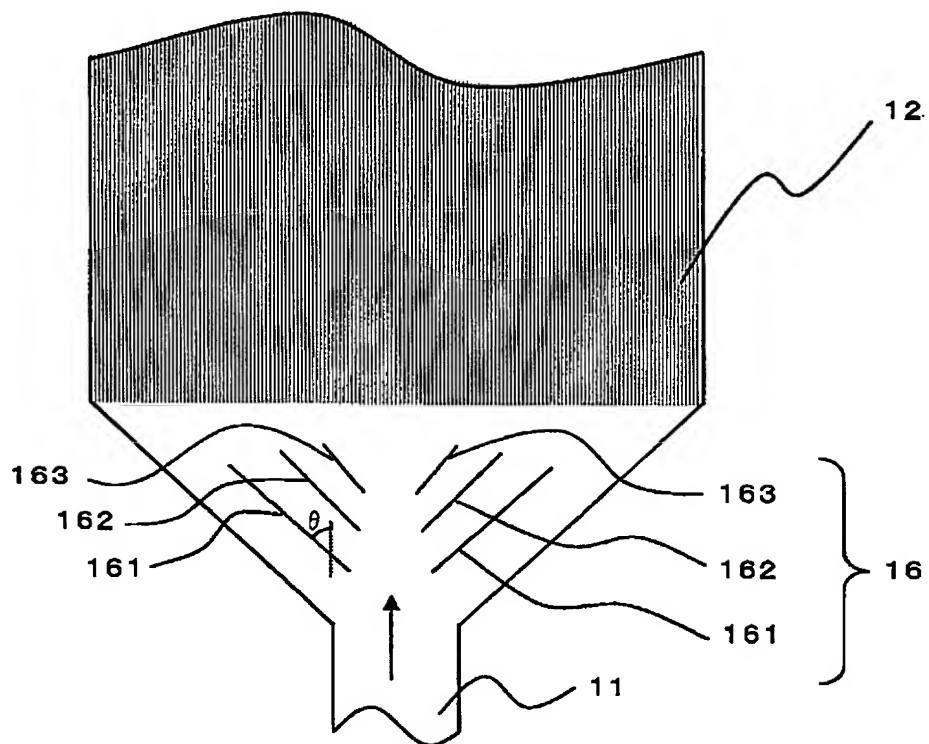
[図3]



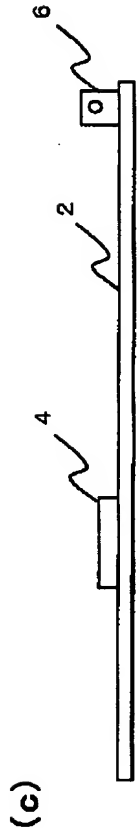
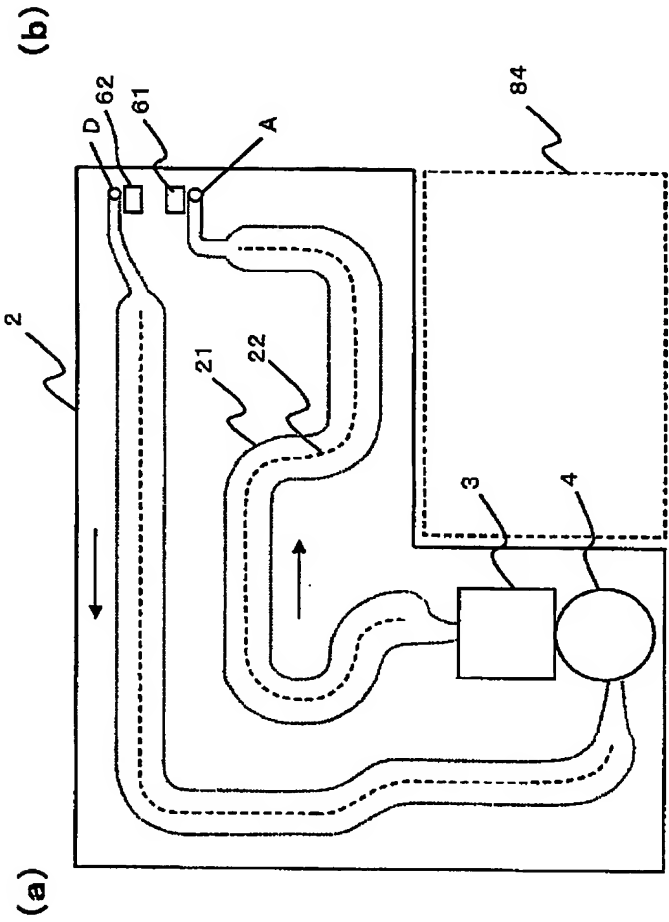
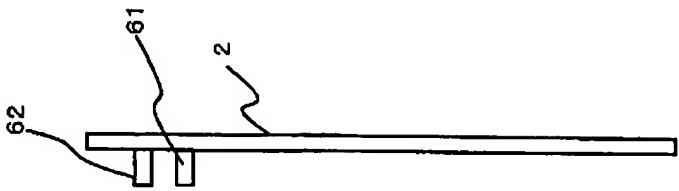
[図4]



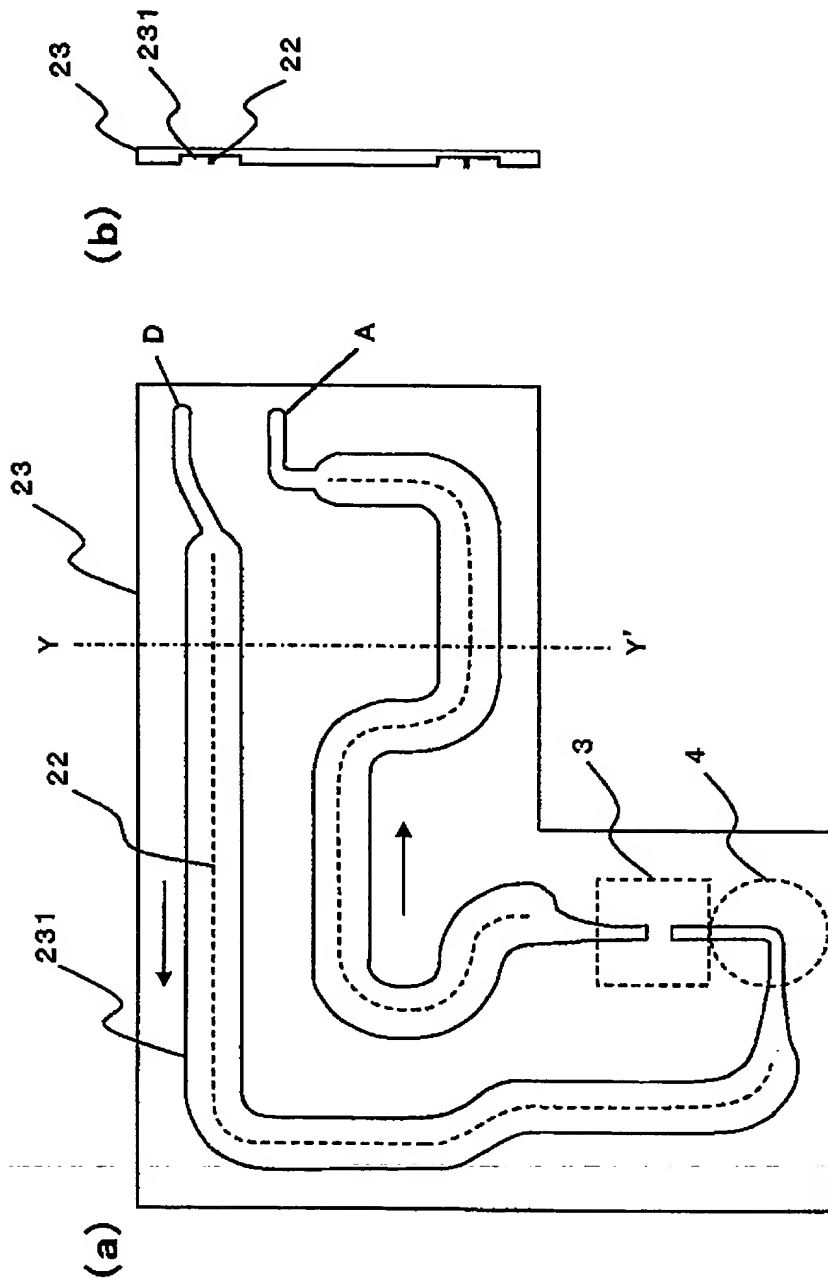
[図5]



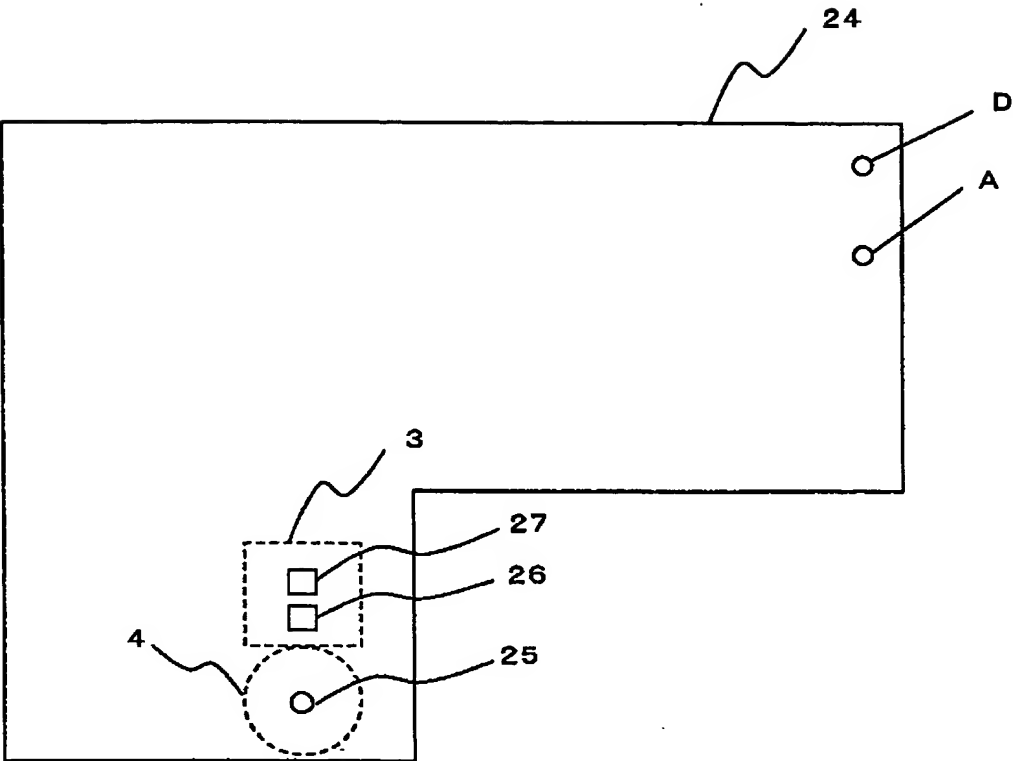
[図6]



[図7]

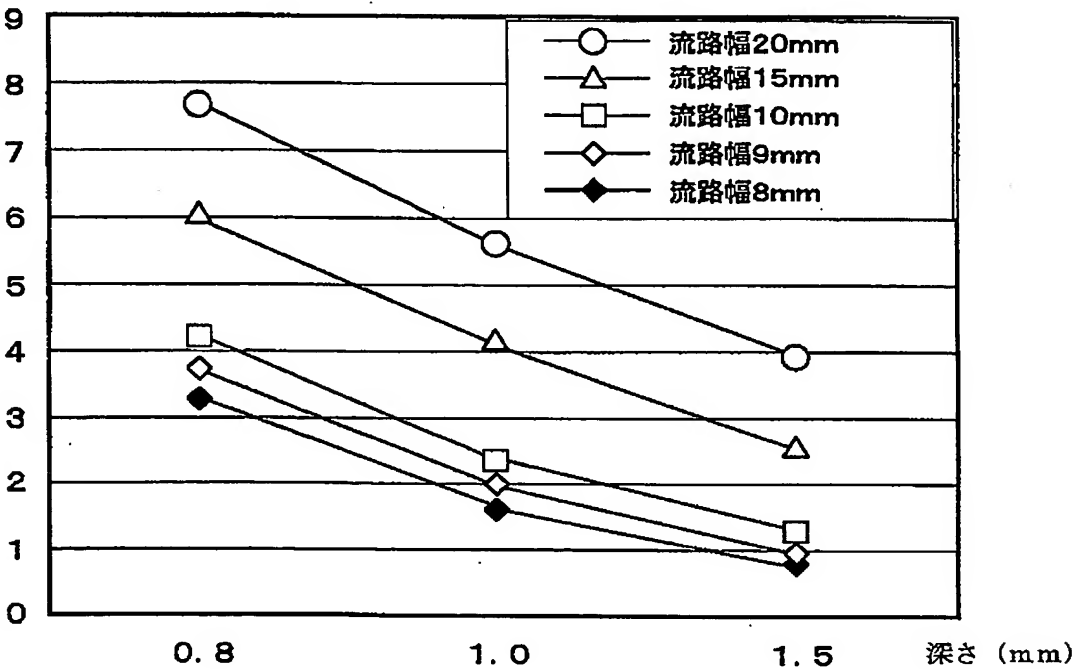


[図8]

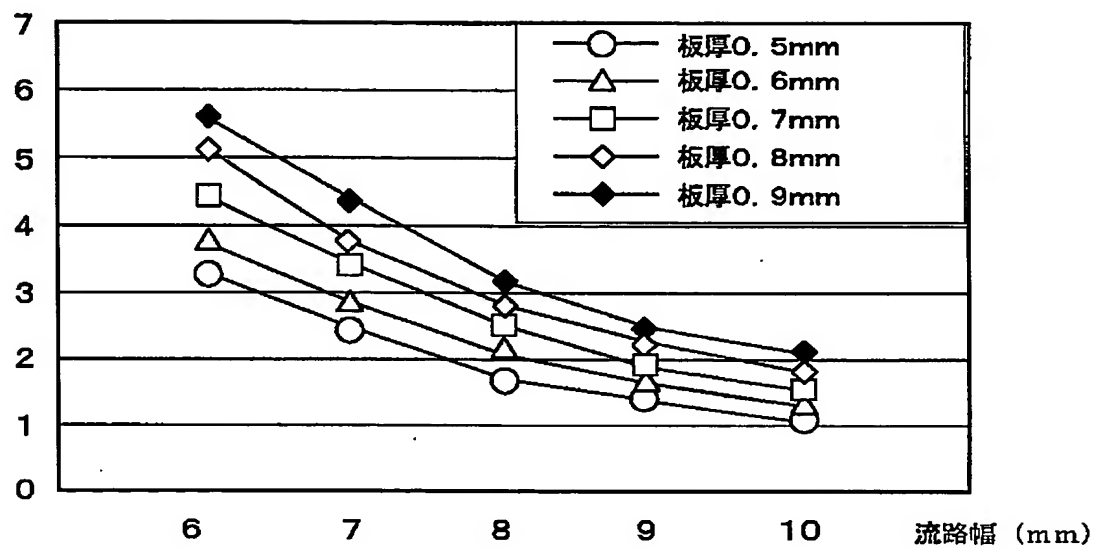


[図9]

冷却性能 ΔT (°C)

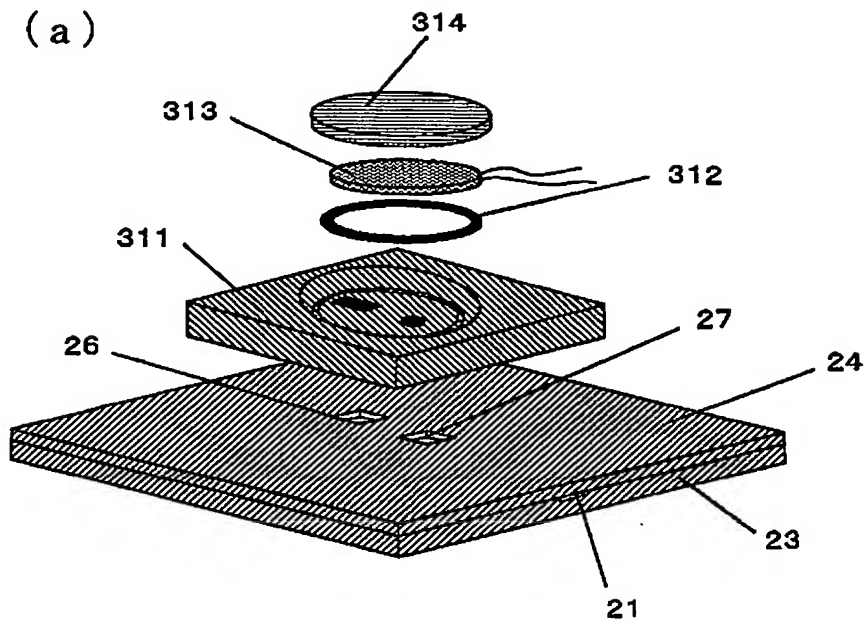


[図10]

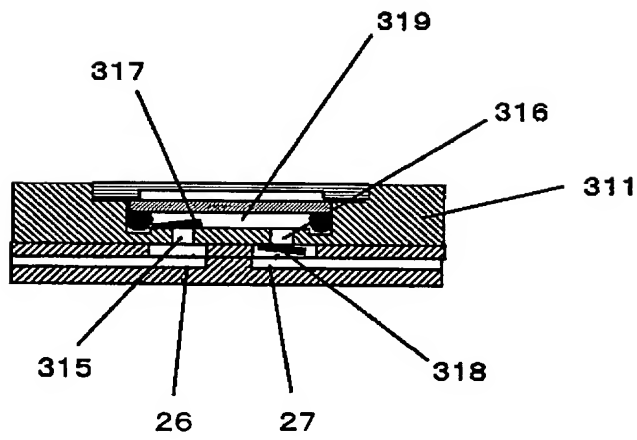
耐圧 (Kg f / cm²)

[図11]

(a)

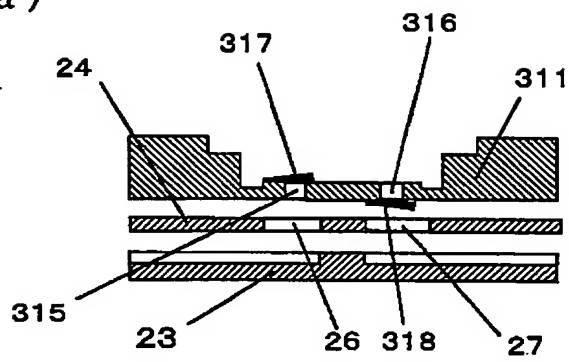


(b)

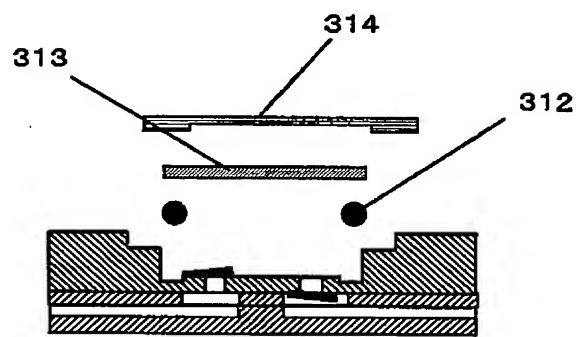


[図12]

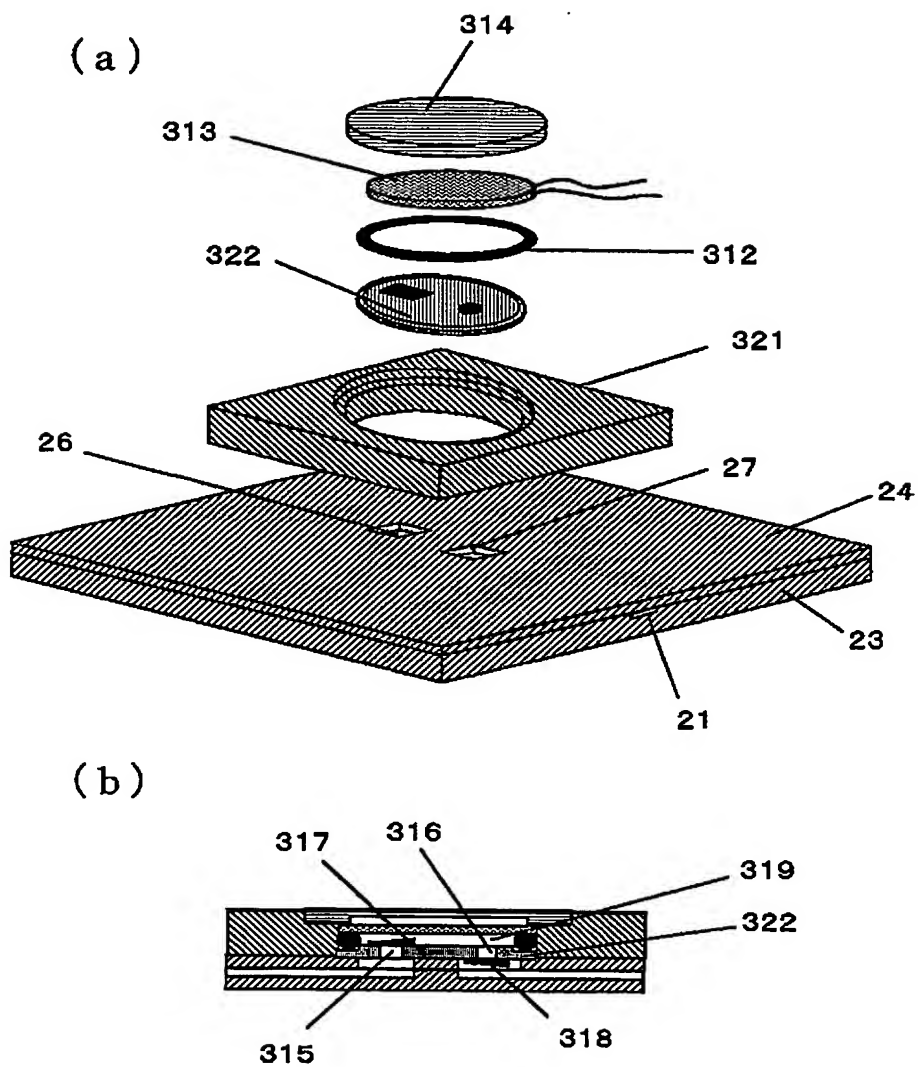
(a)



(b)

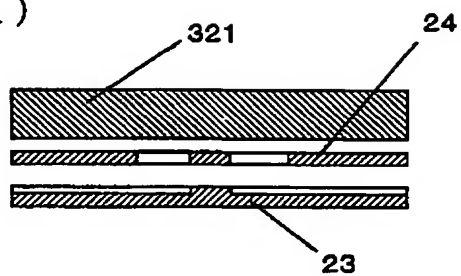


[図13]

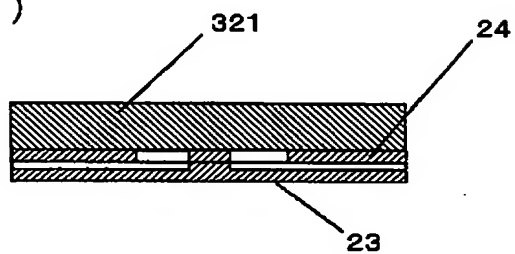


[図14]

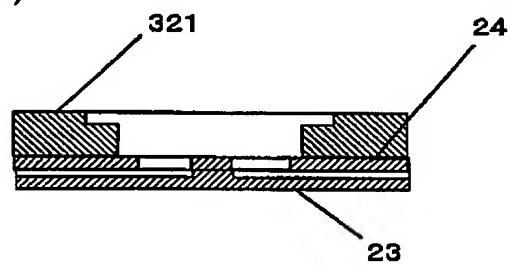
(a)



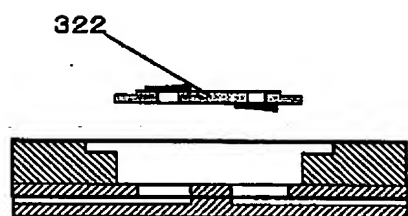
(b)



(c)

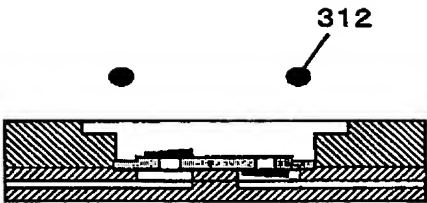


(d)

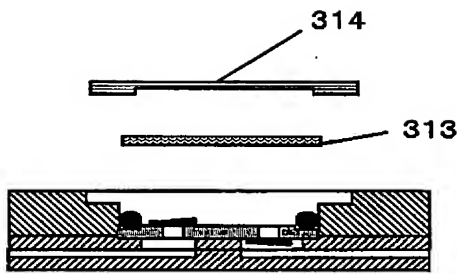


[図15]

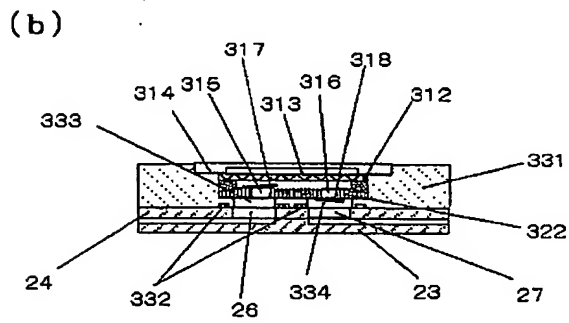
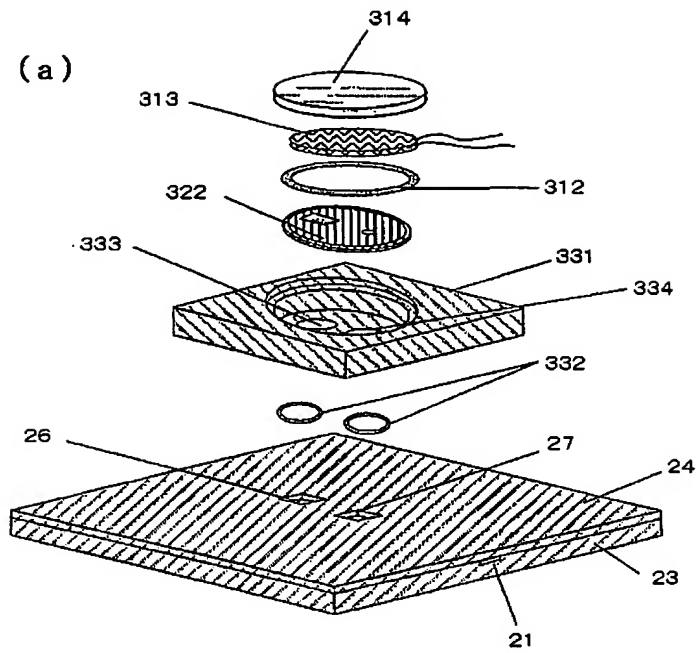
(a)



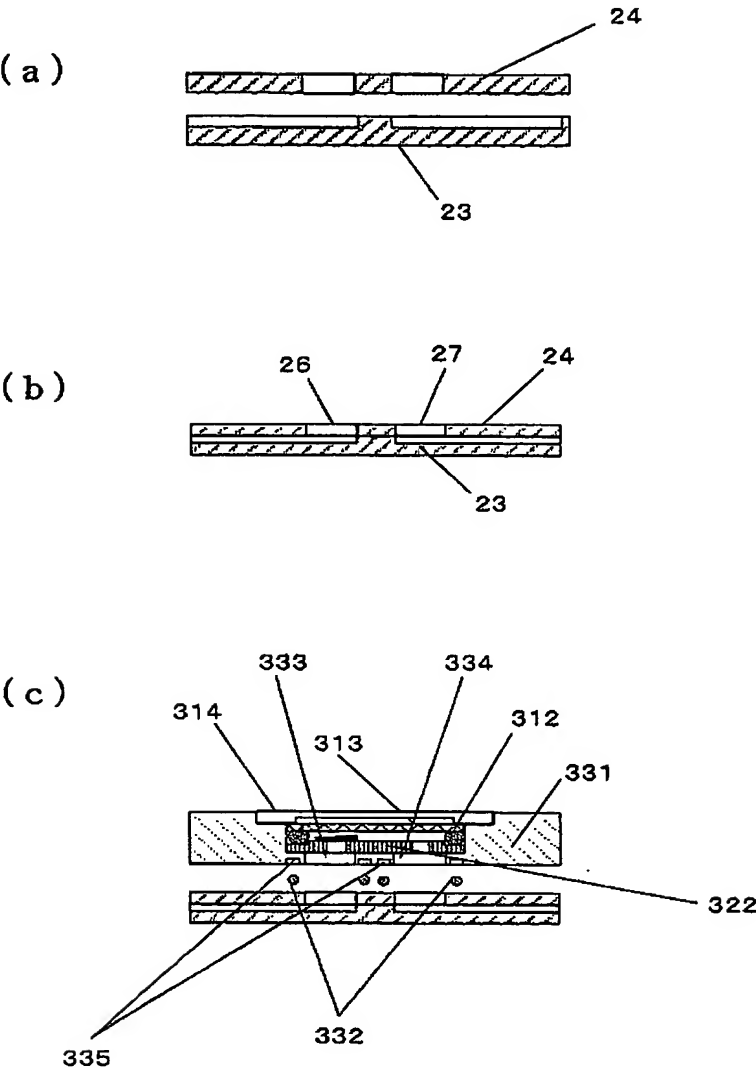
(b)



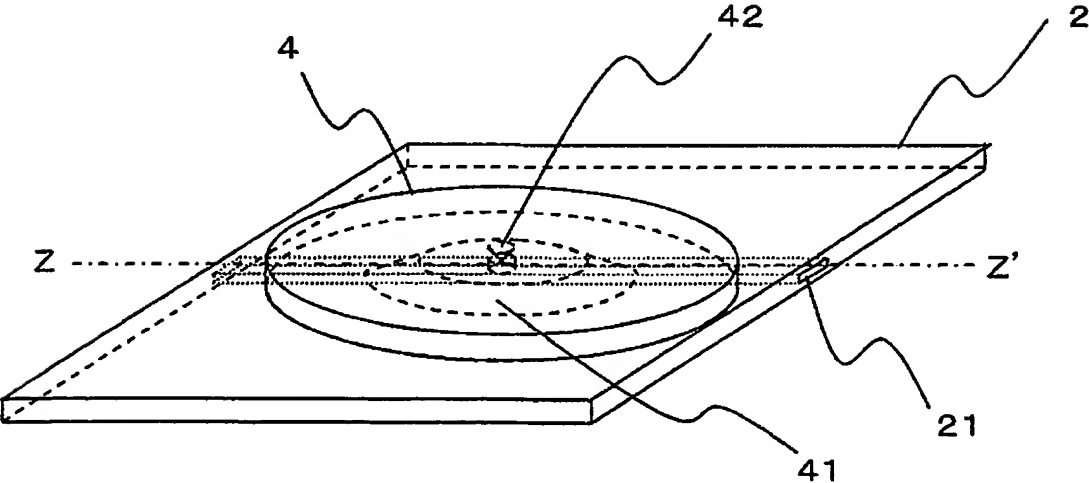
[図16]



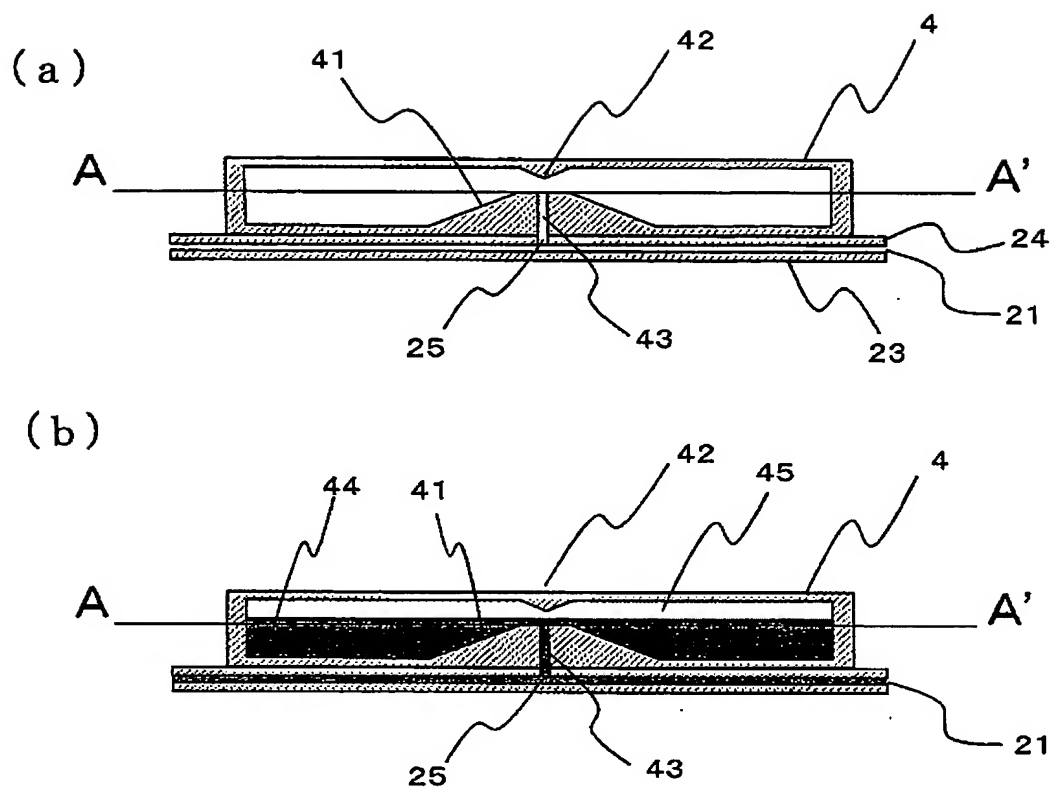
[図17]



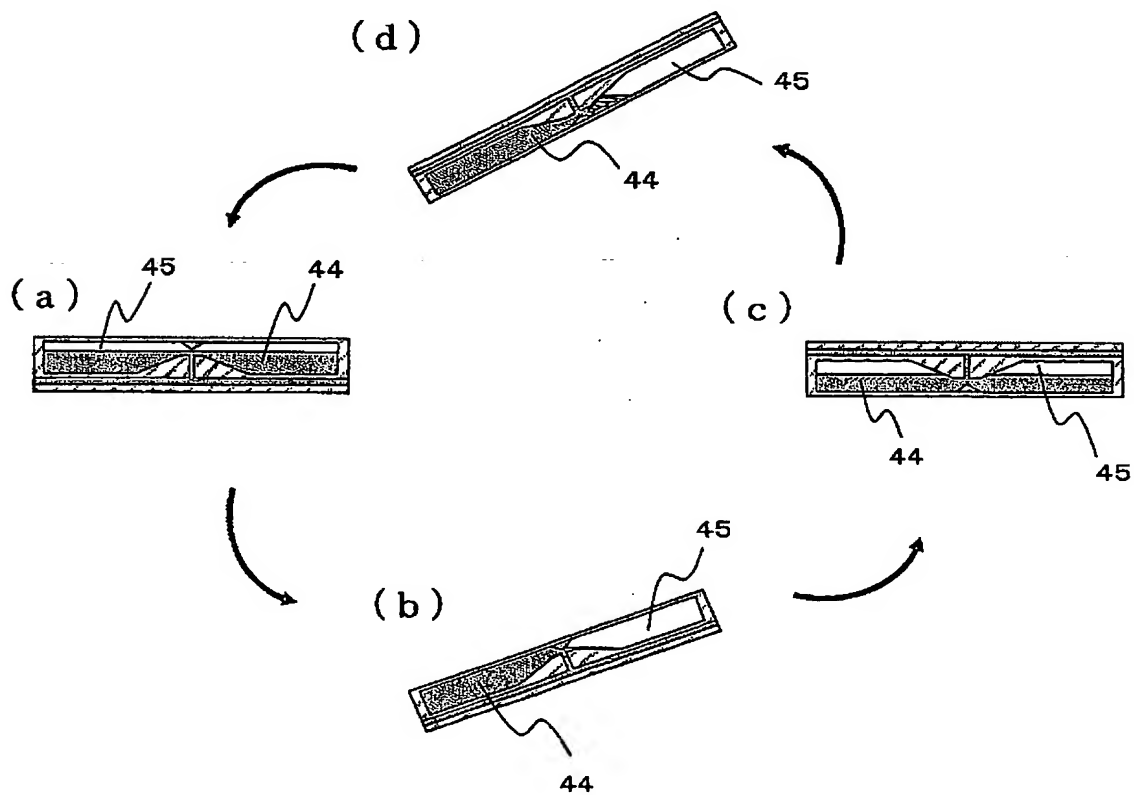
[図18]



[図19]

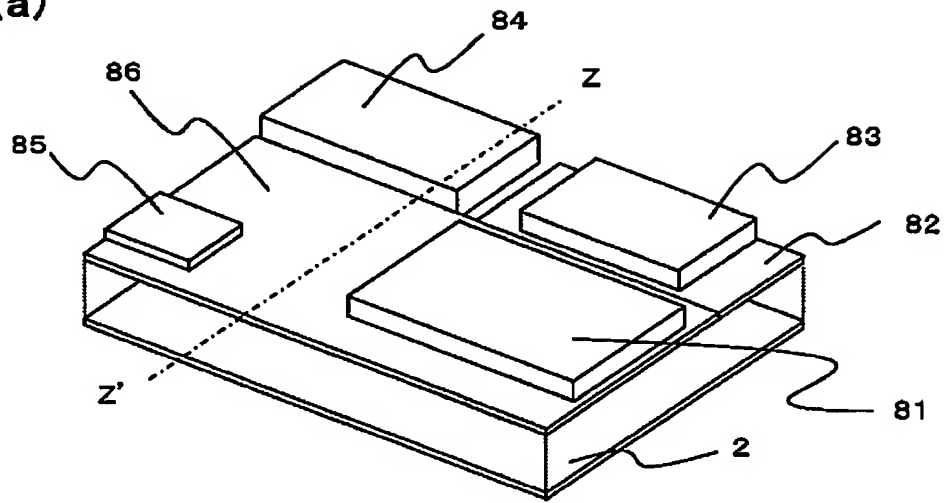


[図20]

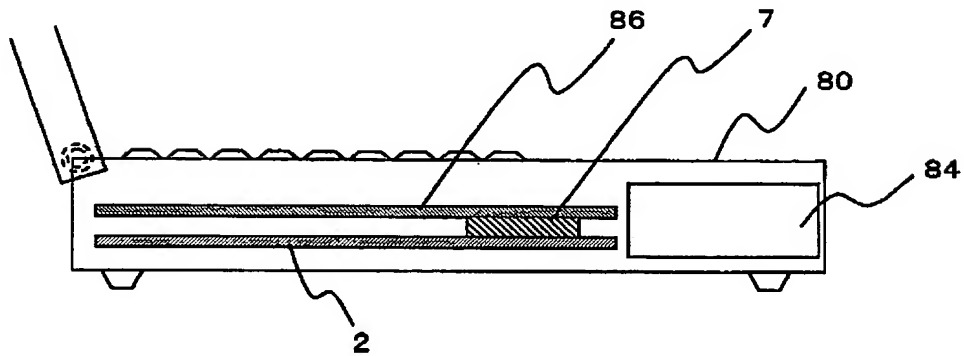


[図21]

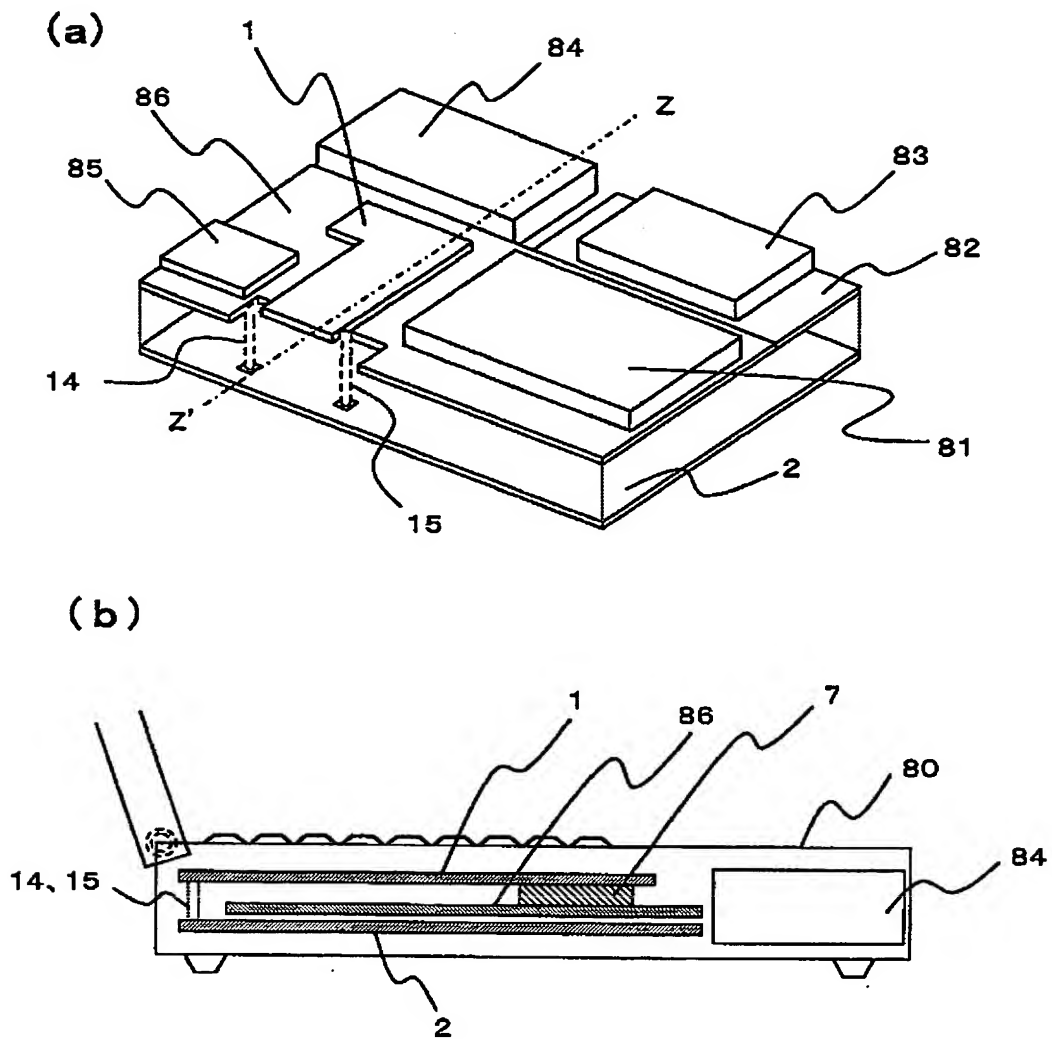
(a)



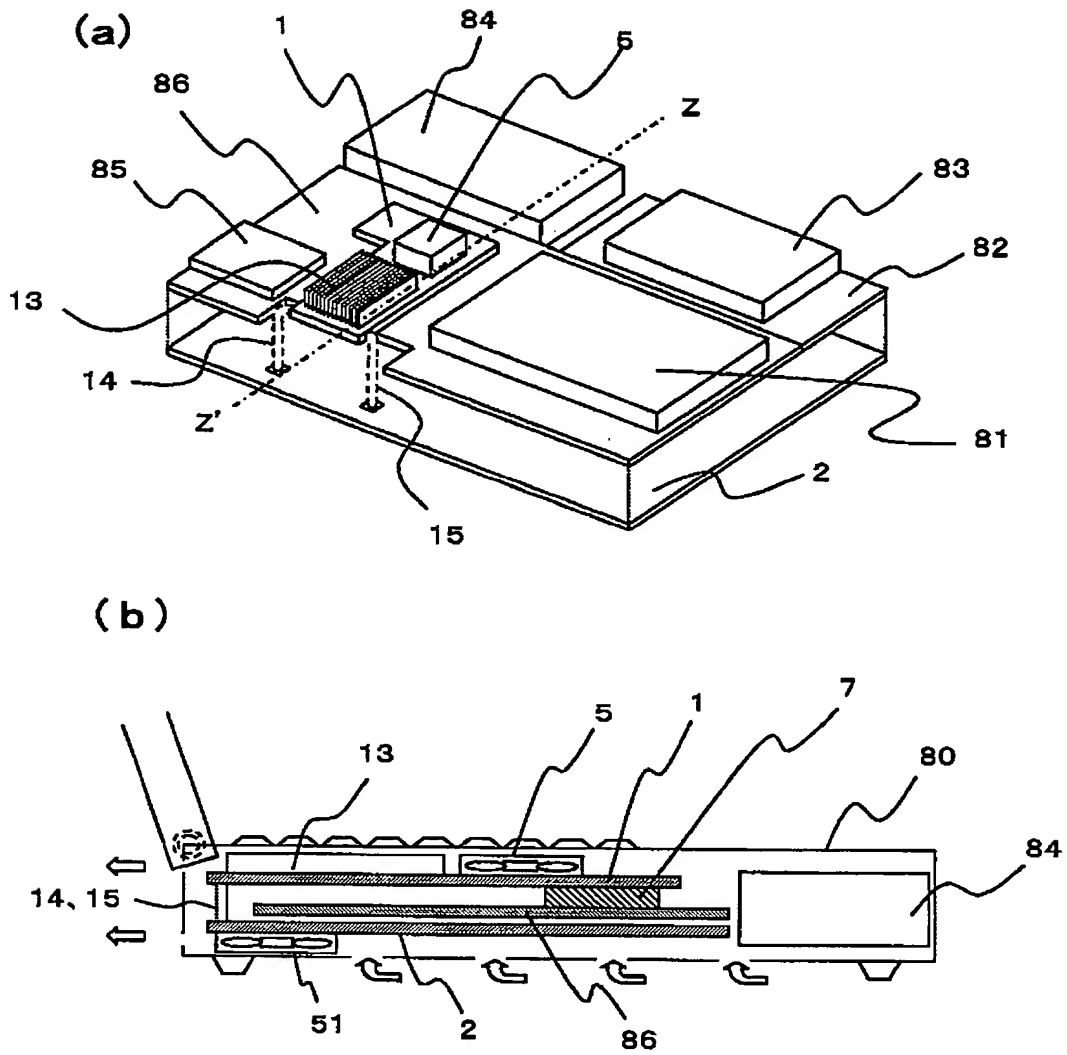
(b)



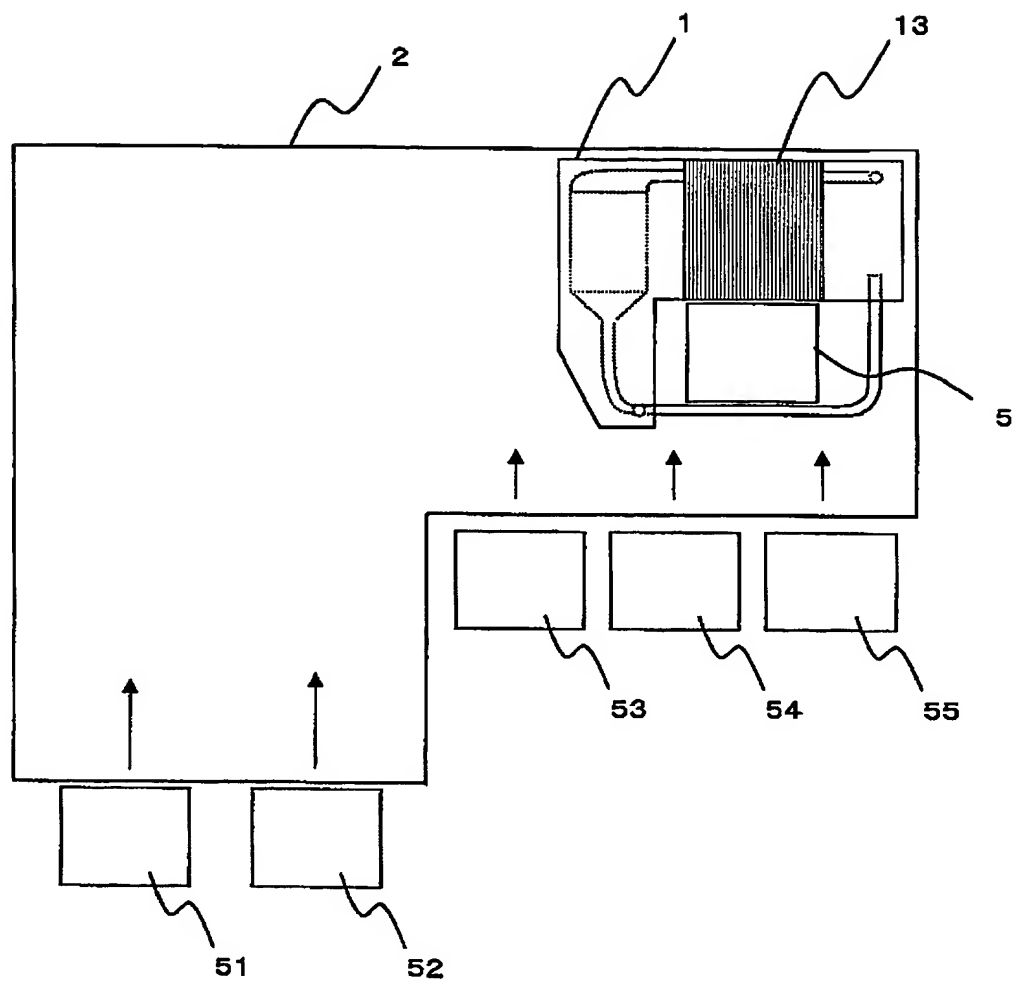
[図22]



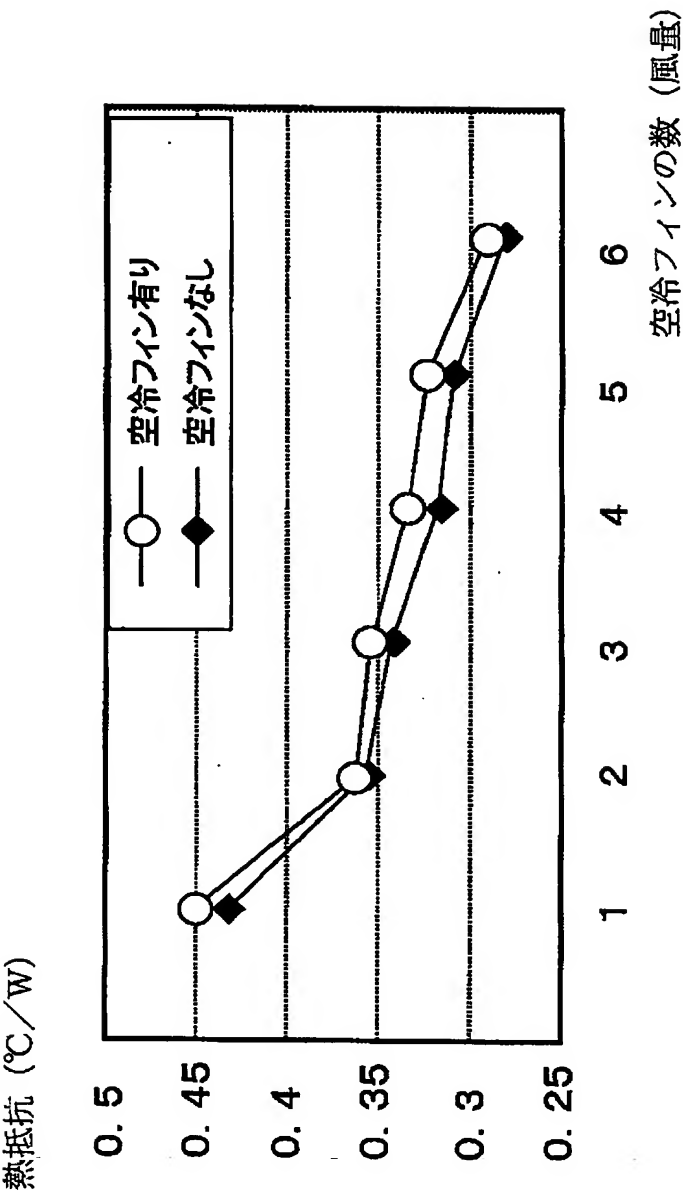
[図23]



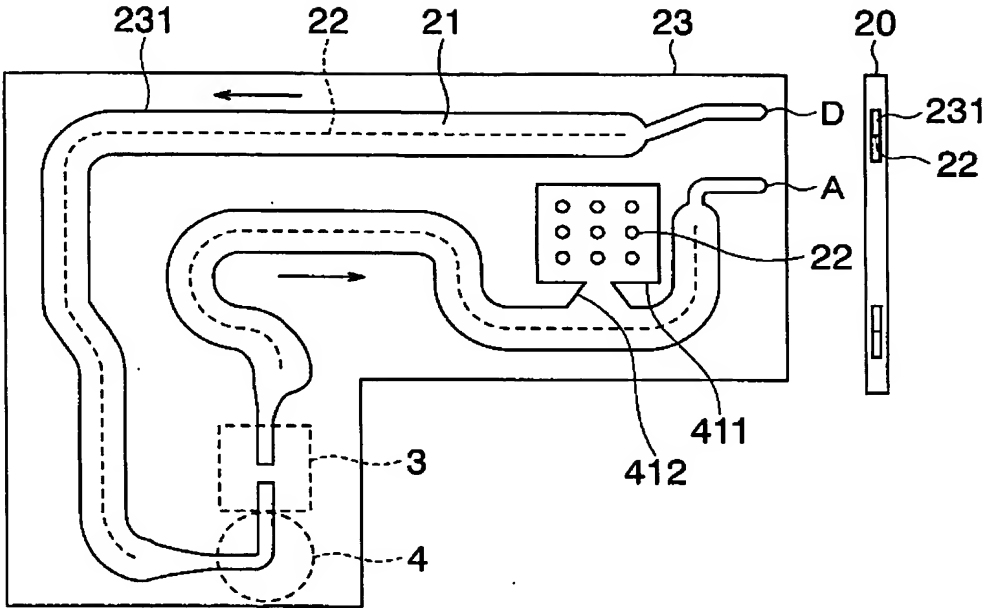
[図24]



[図25]



[図26]



[図27]

